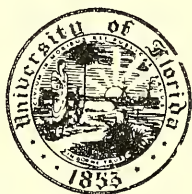


△

438.6

W647g

University of Florida Libraries



COLLEGE LIBRARY



Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
LYRASIS Members and Sloan Foundation



GERMAN FOR THE SCIENTIST

(Chemist and Physicist)

By

PETER F. WIENER

Modern Language Master at Rugby School
(Formerly Tutor in German in the University of London)

With an Introduction by

E. N. DA C. ANDRADE, D.Sc., Ph.D., F.R.S.

Quain Professor of Physics in the University of London

First American Edition

With Additional Sections and Foreword by

PAUL SPOERRI, Ph.D.

Polytechnic Institute of Brooklyn

1946

CHEMICAL PUBLISHING CO., INC.

BROOKLYN

N. Y.

438.6
W647g

Copyright
1946

CHEMICAL PUBLISHING CO., INC.
BROOKLYN N. Y.

FOREWORD

THE rather extensive and diligent search for books suitable for the advanced chemistry student who wishes to acquire a reading knowledge of German has often been disappointing. It was, therefore, a pleasant surprise when Chemical Publishing Company sent me for review a book which presents the subject matter in such an effective way that I can recommend it to my students without reservations. Nearly all the reading material has been selected from the very modern literature, giving passages from the work of most prominent chemists and physicists of our time. Thus, it would be of great interest to any young scientist, quite aside from language practice. The book gives a real incentive to students for translating scientific texts.

Particularly admirable, in my opinion, is the condensation of grammar into ten short lessons. This should make the book very suitable for such workers in science who are unable to attend classes, and yet wish to acquire a reading knowledge of German through self-study.

The fact that most institutions of higher learning in this country require a reading knowledge of scientific German as a prerequisite to advanced degrees rather forcibly shows that such a knowledge is still considered an essential tool of the young scientist.

Having myself acquired some command of the German language by the rather simple and painless method of being born and educated in Switzerland, it has been one of my duties to advise students and help them pass the much-feared language examinations. I usually try to convince

the bewildered student that most of his fears are without foundation. First of all, what is a "reading knowledge of scientific German"?

So far as I can judge it means the ability to extract the essential meaning of a scientific text without too much waste of time. Admittedly you may use the dictionary but not too often. It would be regrettable to find a scientist spending hours of his valuable time over a few paragraphs!

How then can one acquire a sufficiently effective knowledge in the shortest possible time?

It is best, in my opinion to avoid the regular philologist and his high standards of perfection. It is one thing to play the piano like a virtuoso in the concert hall and quite another just to use it to study a score. If you desire the latter you can dispense with innumerable hours of tedious finger exercises.

I usually advise the student to acquaint himself with a very brief outline of German grammar and then to proceed at once to read as much as possible of the actual scientific literature, to acquire a fairly large vocabulary of terms occurring most frequently in the scientific text.

It is well to insist that at first one should be satisfied to gather merely the general meaning of a paragraph. It is much better to cover as much ground as possible rather than to produce perfect translations. Then, as words recur they are mechanically imprinted in the memory without conscious effort at memorizing. It is, of course, most important that the student should be intensely interested in the text he is reading. Only such material should be selected which would be read with pleasure independently of any linguistic considerations.

As the student proceeds in his practice he will suddenly become astonished and delighted at his progress and feel very pleased with himself.

Having once and for all overcome the language inferiority complex in the mind of the student the educator can rest his case, confident that he is not further needed. This book appears to be an efficient means for reaching the above aims.

PAUL SPOERRI

Polytechnic Institute of Brooklyn

INTRODUCTION

WHATEVER the future of the German peoples may be, a knowledge of the German language will remain essential for every worker in the scientific field. The German scientific and technical journals used to record, year by year, a vast body of patient and painstaking work, some of it of the highest importance : the German handbooks and reference books, which do not exist in translation, are storehouses for information which save those who can consult them without linguistic difficulties an immense amount of time and labour. London University has long recognised that a knowledge of German is a necessary part of the equipment of a man of science by including compulsory questions in that language in the papers set for the general and special B.Sc. degree. Nevertheless, as anyone who has had much experience of examining for the London degree must admit, the knowledge of German among our best young graduates leaves much to be desired.

A good book which shall enable the student to acquire, without too much formal training in grammar, an adequate reading knowledge of scientific German, seems, then, to be badly needed, and this is what Dr. Wiener has set out to supply. He has many qualifications for the task. In the first place, he has a mastery of both the languages involved. Again, he has what is equally important, long experience in instructing science students, coming fresh to the subject, in the German

language, which has made him acquainted with their peculiar needs and inclinations. He has, further, the taste for his undertaking and the patience which are necessary to the man who will write a good book.

The general plan of the book appears to me to be excellent. The necessary rudiments of grammar are introduced gently and gracefully, and the grammatical summaries will be invaluable to the student for references. The passages which form the main part of the work are well chosen, and sufficiently lively and long to interest the student. I cannot pretend to have read the passages and the translations together for comparison in all cases, but where I have done so the translation seems to be not only accurate but to be sufficiently literal to help the student best.

Dr. Wiener is, I know, an enthusiast who has spared no pains to make this book widely useful. I hope that its success will be commensurate with his effort.

E. N. DA C. ANDRADE.

PREFACE

WHEN I first began to teach German for science students in the University of London, it was the more advanced students in particular who raised objections to the existing books. Some of them were far too grammatical (and the scientist loathes the mere word grammar even more than the ordinary student). Others were a mere collection of passages with hardly any vocabulary or notes at all. Others again contained a large number of passages on such subjects as Zoology, Botany, Mathematics while by far the larger number of science students take Chemistry or Physics. Being impressed by these objections, I decided not to use any book for the course I was giving but to issue instead multigraphed papers which contained passages for translation, hints and a few grammatical points. The kind reception accorded to my course has induced me to publish a book planned on these same lines, and I sincerely hope that it may not only prove useful to future students of the College but that it may also be a help to the ever-growing number of students who take their Intermediate Examination at school, to external students and to the practical scientist who finds a reading knowledge of German useful or even indispensable.

It is the aim of the four parts of this small book to give to the students a *reading* knowledge of German. The introductory Part I gives a brief summary, in (as I hope) not too difficult a form, of the grammatical and

constructional difficulties and the elements of scientific German. The hints added are such as I have always found useful to the translator of scientific German.

In Parts II and III follow passages taken from scientific literature (Chemistry and Physics), arranged in order of difficulty. In the choice of passages special stress has been laid upon certain points. They all contain a great number of basic words occurring in scientific German. They are, moreover, passages which it is hoped are not only useful from the linguistic point of view but are also interesting from the scientific standpoint. It is for this reason that they have, with two exceptions, been chosen from books which are easily obtainable in English in this country. Students often take interest in passages they translate from a purely scientific point of view (which after all is their primary interest), and yet if they wish to continue to read the passage they have been translating, the book may be difficult to obtain here. A few passages have been translated from English publications and put into scientific German by German scientists, primarily in order to introduce some especially important idioms, words and constructions, and because also they were thought interesting from the scientific point of view. Lastly, the passages chosen are made relatively long of deliberate purpose. I am convinced that one can obtain a reading knowledge by reading oneself "into" a book, and it is the great drawback of the short passages found in so many books that the student has hardly time to get acquainted with the style of the particular author or to think himself into the subject-matter.

Most modern books have adopted one of two forms of arrangement in order to help the student. Some have

adopted both. They have given the vocabulary and notes at the bottom of the page where the passage is to be found, and/or they have given a translation of the passage on the opposite page. As far as the vocabulary is concerned I found that this gives a help to the student on which he relies too much and which he would miss in his examination or in practice. I have therefore given the bare text without any comment whatsoever, but have given at the end of each extract the most important words occurring in that passage, and occasional references to the Grammatical Introduction. This should help him a great deal without giving him a wrong impression of his knowledge. As far as the translations in Part IV are concerned, these should be a great help, especially to those students who work without a tutor and who may find it most useful to check up the correctness of their efforts. But I have found that to give a translation on the opposite page is too much of a temptation, and I have therefore given a complete, but not always literal, translation of all the passages at the end of the volume. But I most earnestly request students not to look it up until they have seriously attempted to find the right translation for themselves, by using the vocabulary at the end of the book and the Grammatical Introduction.

If I succeed in helping students by this small work, it can only be through the assistance of a great number of people without whose help I should never have been able to continue my own studies or my teaching. In this connection I should like especially to thank Professor L. A. Willoughby, M.A., D.Lit., Ph.D., Professor of German in the University of London, Fellow of University College, London.

In the preparation of the book itself I have been very fortunate indeed in the help I have received. Professor E. N. da C. Andrade, D.Sc., Ph.D., F.R.S., Quain Professor of Physics in the University of London, Fellow of University College, London, not only most kindly allowed me to use passages from his well-known books, but also gave valuable time to advising me on the passages for the Physics part of the book. Dr. O. J. Walker, Ph.D., Lecturer of Chemistry at University College, London, advised me in the choice of the Chemistry passages. Dr. C. P. Magill, of the German Department of University College, London, read through the introductory part and made many valuable suggestions and corrections.

To all these, and also to the publishers and authors who very kindly allowed me to reproduce passages and who are mentioned below, I wish here to express my sincere thanks. My students stimulated the preparation of the book by their criticism and great interest, which I deeply appreciate. To the great number of scholars students and friends who have helped me in a perhaps less direct way I owe a debt no less real if less apparent.

The first proofs of this preface, and indeed the whole book, were almost ready when war broke out in 1939. The publication had then to be postponed, for obvious reasons. But as there is not only an ever-increasing demand for a study of scientific German in Schools and Universities, but also from the Army Education, it was decided to publish the book in the fourth year of the war.

I left University College in 1939 in order to take up

my new appointment at Rugby School. This is not the place to express my sincere appreciation for the reception which I received at Rugby ; but I should like at least to acknowledge thankfully the valuable help which my two colleagues and friends at Rugby Mr. R. W. Stott, M.A. (Head of the Department of Science at Rugby School), and Mr. R. H. Walker, M.A. —gave me at the proof-reading stage. They also made a number of most helpful suggestions. But, of course, the responsibility for any faults or errors which might still be left is entirely my own.

Finally, I must express thanks to my publishers for their patience and help.

P. F. W.

ACKNOWLEDGMENTS

THANKS are due to the following authors for permission to reproduce the passages mentioned :

Professor E. N. da C. Andrade	Physics Passages IV and VIII
Professor Max Born . . .	Physics Passage I
Professor Sir Lawrence Bragg	Physics Passage XI
Professor Albert Einstein . .	Physics Passages VI and XIII
Professor Arnold Eucken . .	Chemistry Passage XIII
Professor Herbert Freundlich	Chemistry Passage XII
Professor Arthur Haas . . .	Physics Passage III
Professor Walter Hückel . .	Chemistry Passage X
Professor Philipp Lenard . .	Physics Passage IX
Professor Walter Nernst . .	Physics Passage VII
Professor Max Planck . . .	Physics Passage X
Professor Franz Simon . . .	Physics Passage XIV
Dr. Fritz Ziegler	Chemistry Passage XIV

and to Messrs. Macmillan & Co. Ltd., Methuen & Co. Ltd., Oliver & Boyd Ltd., and The McGraw-Hill Publishing Co. Ltd., for permission to reproduce English versions ; and to the Senate of the University of London for permission to reproduce the passages in Appendix V, Part I.

CONTENTS

FOREWORD by Paul Spoerri	iii
INTRODUCTION by Professor E. N. da C. Andrade	vii
PREFACE	ix

PART I

GRAMMATICAL INTRODUCTION

<i>Lesson I</i>	3
§ 1. The Genders	4
§ 2. Verbs	5
§ 3. Position of Words	5
§ 4. Hints on Compounds	6
<i>Lesson II</i>	7
§ 5. Declension	7
§ 6. Auxiliary Verbs	8
§ 7. Numbers	9
<i>Lesson III</i>	11
§ 8. Verbs, Separable and Inseparable	12
§ 9. Notes on Declension	15
§ 10. Hints on Negation	16
<i>Lesson IV</i>	17
§ 11. Declension of Adjectives	17
§ 12. The Modal Auxiliaries	18
§ 13. Comparison	19
§ 14. Hints on Cognates	20

	PAGE
<i>Lesson V</i>	21
§ 15. The Relative and Demonstrative Pronouns	21
§ 16. The Participial Construction	22
§ 17. Notes on Important and Difficult Words	22
<i>Lesson VI</i>	24
§ 18. Notes on Important and Difficult Words (<i>continued</i>)	24
§ 19. Subjunctive and Conditional	25
§ 20. Useful Hints for Noun Endings	26
§ 21. Adverbs and Conjunctions	26
<i>Appendix Ia</i>	28
Declension of Nouns and Articles	
<i>Appendix Ib</i>	30
Declension of Personal Pronouns	
<i>Appendix Ic</i>	30
Declension of Adjectives	
<i>Appendix IIa</i>	32
Conjugation	
<i>Appendix IIb</i>	36
Table of German Irregular Verbs	
<i>Appendix III</i>	40
List of Prepositions	
<i>Appendix IV</i>	41
German Abbreviations	
<i>Appendix V</i>	42
Specimen German Passages	
<i>Appendix VI</i>	49
The Little Match-Girl	
<i>Appendix VII</i>	51
Das Deutsche Alphabet	

PART II

CHEMISTRY PASSAGES

I.	Julius Schmidt	PAGE
	Aether; aus <i>Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie</i> (Ferdinand Enke)	53
II.	Fritz Ephraim	
	Darstellung von PH_3 , AsH_3 , SbH_3 und BiH_3 ; aus <i>Anorganische Chemie</i> (Theodor Steinkopff)	56
III.	Julius Schmidt	
	Chinin und Cinchonin; aus <i>Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie</i> (Ferdinand Enke)	59
IV.	Alexander Classen	
	Bestimmung des Chlors; aus <i>Handbuch der Quantitativen chemischen Analyse</i> (Ferdinand Enke)	63
V.	Fritz Ephraim	
	Die Eigenschaften des Wassers; aus <i>Anorganische Chemie</i> (Theodor Steinkopff)	65

PART IV

TRANSLATION OF
PASSAGES IN PART II

	Ethers; from <i>A Text-Book of Organic Chemistry</i> (Oliver & Boyd)	PAGE	139
	Preparation of PH_3 , AsH_3 , SbH_3 and BiH_3 ; from <i>A Text-Book of Inorganic Chemistry</i> (Oliver & Boyd)		141
	Quinine and Cinchonine; from <i>A Text-Book of Organic Chemistry</i> (Oliver & Boyd)		143
	Determination of Chlorine; from <i>Quantitative Chemical Analysis</i>		146
	Water; from <i>A Text-Book of Inorganic Chemistry</i> (Oliver & Boyd)		147

VI.	Fritz Ephraim	PAGE	Preparation of Halogen Salts; from <i>A Text-Book of Inorganic Chemistry</i> (Oliver & Boyd)	PAGE
	Darstellung der Halogensalze; aus <i>Anorganische Chemie</i> (Theodor Steinkopff)	68		149
VII.	W. Hückel		Carbon Monoxide and its Derivatives (specially translated)	151
	Kohlenoxyd und Derivate; aus <i>Theoretische Grundlagen der organischen Chemie</i> (Akademische Verlagsgesellschaft)	72		
VIII.	H. Freundlich		Mist and Smoke; from <i>Colloid and Capillary-Chemistry</i> (Methuen)	153
	Nebel und Rauche; aus <i>Kapillarchemie</i> (Akademische Verlagsgesellschaft)	75		
IX.	Arnold Eucken		Peripheral Properties of Radioactive Elements; from <i>Fundamentals of Physical Chemistry</i> (McGraw-Hill)	155
	Periphere Eigenschaften der Radioaktiven Atomarten; aus <i>Lehrbuch der Chemischen Physik</i> (Akademische Verlagsgesellschaft)	77		
X.	Fritz Ziegler		The use of Enzymes in the Elucidation of Compounds of High Molecular Weight; from <i>Medicine in its Chemical Aspects</i>	157
	Die Enzyme im Dienste der Konstitution-saufklärung Höhermolekularer Verbindungen; aus <i>Medizin und Chemie</i> (I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft)	81		

	PAGE		PAGE
XI. Schwefelanaloge der Glykolsäure; aus Beilsteins <i>Handbuch der organischen Chemie</i>	84	Sulfur Analogs of Glycolic Acid; from Beilstein's <i>Handbook of Organic Chemistry</i> . .	161
XII. H. Staudinger Darstellung der Ketene; aus <i>Die Ketene</i>	88	The Preparation of Ketenes; from <i>The Ketenes</i>	165
XIII. P. Karrer und K. Schöpp Isolierung des Lyochroms aus Eigelb (Ovoflavin g) . .	90	Isolation of Lyochrom from Egg Yolk (Ovoflavin g)	167
XIV. L. Ruzicka und Ed. Rey Oxydationen an den Alkoholgruppen des Betulins; aus <i>Zur Kenntnis der Triterpene</i>	92	Oxidations of the Alcohol Groups of Betulin; from <i>The Investigation of Triterpenes</i>	169
XV. Otto Wallach Einleitung.—Plan und Übersicht über den Gang der Untersuchung; aus <i>Terpene und Campher</i> . .	94	Introduction—Plan and Outline of the Course of Investigation; from <i>Terpenes and Camphor</i> . .	171
XVI. Richard Willstätter und Jean Piccard Über die Farbsalze von Wurster	96	On the Color Salts of Wurster	172
XVII. Richard Kuhn und Otto Westphal Über Invertseifen VI; Triazoliumsalsalze	98	On Invert Soaps VI; Triazolium Salts	174
XVIII. Gustav Schultz <i>Farbstofftabellen</i> , Seite 405	102	Dyestuff Tables, Page 405	178

PART III

PHYSICS PASSAGES

I.	Max Born	PAGE
	Dynamik ; Das Trägheitsgesetz ; aus <i>Die Relativitätstheorie Einsteins</i> (Julius Springer)	107
II.	Ludwig Bergmann	
	Der Piezoelektrische Effekt ; aus <i>Der Ultraschall</i> (V.D.I. Verlag)	109
III.	Arthur Haas	
	Das Wien'sche Verschiebungsgesetz ; aus <i>Das Naturbild der Neuen Physik</i> (Walter de Gruyter & Co.)	112
IV.	E. N. da C. Andrade	
	Die Neue Chemie (specially translated)	114
V.	Ernst Abbe	
	Beschreibung des Apertometers ; aus <i>Gesammelte Abhandlungen</i> (Gustav Fischer)	116
VI.	Albert Einstein	
	Raum und Zeit in der Klassischen Mechanik ; aus <i>Ueber die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie</i> (F. Vieweg & Sohn)	119
VII.	Walter Nernst	
	Die Kritischen Erscheinungen ; aus <i>Theoretische Chemie</i> (Ferdinand Enke)	121

PART IV—contd.

TRANSLATION OF
PASSAGES IN PART III

	PAGE
The Law of Inertia ; from <i>Einstein's Theory of Relativity</i> (Methuen)	183
The Piezoelectric Effect ; from <i>Ultrasonics and their Scientific and Technical Applications</i> (Bell)	185
Wien's Displacement Law ; from <i>The New Physics</i> (Methuen)	187
The New Chemistry ; from <i>The New Chemistry</i> (Bell)	188
Description of the Apertometer ; from "Description of Prof. Abbe's Apertometer" (Paper read at the Royal Microscopical Society)	189
Space and Time in Classical Mechanics ; from <i>Relativity ; the Special and General Theory</i> (Methuen)	191
The Critical Phenomena ; from <i>Theoretical Chemistry</i> (Macmillan)	192

	PAGE		PAGE
VIII. E. N. da C. Andrade			
Die Atomlehre (specially translated)	123	On the Atomic Theory ; from <i>The Atom</i> (Nelson)	194
IX. Philipp Lenard			
Ueber Isaac Newton's „Opticks“; aus <i>Grosse Naturforscher</i> (J. F. Lehmanns Verlag)	124	On Isaac Newton's "Opticks"; from <i>Greek Men of Science</i> (Bell)	195
X. Max Planck			
Molekulare Wirkungen im Stationären Felde ; aus <i>Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus</i> (S. Hirzel)	127	Molecular Actions ; from <i>Theory of Electricity and Magnetism</i> (Macmillan)	197
XI. W. L. Bragg			
Die Analyse von Kristallen mit den Röntgen - Strahlen - Spektrometer ; übersetzt aus <i>Proc. Roy. Soc.</i> A. 89, 468	130	The Analysis of Crystals by the X-Ray Spectrometer ; from <i>Proceedings of the Royal Society of London</i>	199
XII. Heinrich Hertz			
Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft (Johann Ambrosius Barth)	132	From the Introduction to <i>Electric Waves</i> (Macmillan)	200
XIII. Albert Einstein			
Die Struktur des Raumes nach der Allgemeinen Relativitätstheorie ; aus <i>Ueber die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie</i> (F. Vieweg & Sohn)	135	The Structure of Space according to the General Theory of Relativity ; from <i>Relativity ; the Special and General Theory</i> (Methuen)	202
XIV. Franz Simon			
Zum Prinzip der Unerreichbarkeit des Absoluten Nullpunktes ; aus <i>Zeitschrift für Physik</i> , Bd. 41, Heft 11/12	137	The Principle of the Unattainability of the Absolute Zero Point (specially translated)	203
VOCABULARY			205

PART I

GRAMMATICAL INTRODUCTION

IN the following six introductory lessons an attempt has been made to give to the beginner the necessary grammatical background, and to acquaint him with the difficulties of the written German language. In the vocabularies to this part words which occur most frequently in scientific German are in heavy type and should be remembered. Irregular verbs are marked *, and a complete list of the irregular verbs and their tenses is given in Appendix II*b*.

The whole of the grammatical introduction is illustrated by one of the world's best-known fairy-tales. It has been thought advisable to start with coherent passages rather than, as in the old school books, with single words. The story chosen here is not only typical, good, and relatively easy German, but it will be found that it contains a very great number of words especially important to the scientist.

And after all, is it not due to the scientist and his achievements that so many fairy-tales of the old days have now become reality ?

The following few remarks on the printed language may be helpful to the student.

All nouns, or words used as nouns, as are, at times, infinitives and neuter adjectives, begin with a capital letter.

In German printed matter, emphasis is obtained not

by italic characters, but by spacing letters further apart than usual or by using heavy type, or by both methods together.

Punctuation in German, generally speaking, follows the same lines as in English, but a subordinate sentence is invariably separated from the main sentence by commas.

The vowels a, o and u are printed with two dots above, or, less usually, are followed by e, when the vowel sound is "modified." The dots are called "Umlaut," and this method of altering the vowel sound is called "modification" or "mutation."

The double s character, ß, is used in German when the double s occurs (a) at the end of a word, (b) before a consonant at the end of a word, (c) after a long vowel.

As the student may come across books printed in Gothic type, the alphabet and a short passage are given in Appendix VII.

LESSON I

1 DAS KLEINE MÄDCHEN MIT DEN SCHWEFELHÖLZERN (*nach Andersen*)

[For English translation, see Appendix VI]

- 2 Es war sehr kalt ; es schneite, und es begann ganz dunkel zu werden.
- 3 In dieser Kälte und in dieser Dunkelheit ging ein armes, kleines Mädchen.
- 4 Die arme Kleine ging auf nackten, kleinen Füßen, die rot und blau vor Kälte waren.
- 5 In einem alten Tuch trug sie viele Schwefelhölzer, und ein Bund hielt sie in der Hand.
- 6 Den ganzen Tag hatte niemand etwas gekauft.
- 7 Die Schneeflocken fielen in ihr langes blondes Haar.
- 8 Aus allen Fenstern strahlte der Lichterglanz.
- 9 Es war der letzte Abend im Jahr, der Sylvesterabend.

VOCABULARY

- | | |
|---|--|
| <p>1 das Mädchen, <i>girl</i>
klein, <i>small</i>
mit, <i>with</i>
der Schwefel, <i>sulphur</i>
das Holz, <i>wood</i>
das Schwefelholz, <i>sulphur</i>
(<i>lucifer</i>) <i>match</i></p> | <p>*gehen, <i>to go</i></p> |
| <p>2 es war, <i>it was</i>
sehr, <i>very</i>
kalt, <i>cold</i>
schneien, <i>to snow</i>
*beginnen, <i>to begin</i>
ganz, <i>quite, entire</i>
dunkel, <i>dark</i>
*werden, <i>to become</i></p> | <p>4 nackt, <i>bare</i>
der Fuß, <i>foot</i>
rot u. blau, <i>red and blue</i></p> |
| <p>3 dies-er, -e, -es, <i>this</i>
die Kälte, <i>cold</i>
die Dunkelheit, <i>darkness</i>
arm, <i>poor</i></p> | <p>5 das Tuch, <i>cloth, shawl</i>
*tragen, <i>to carry, wear</i>
viel, <i>much; (in plural),</i>
<i>many</i>
das Bund, <i>bunch, bundle</i>
*halten, <i>to hold</i>
die Hand, <i>hand</i></p> |
| | <p>6 der Tag, <i>day</i>
niemand, <i>nobody</i>
etwas, <i>something</i>
kaufen, <i>to buy</i></p> |
| | <p>7 die Flocke, <i>flake</i>
*fallen, <i>to fall</i>
lang, <i>long</i>
das Haar, <i>hair</i></p> |

- | | |
|--|--|
| 8 das Fenster , <i>window</i>
strahlen , <i>to shine, radiate</i>
das Licht , <i>light, candle</i>
der Glanz , <i>lustre</i>
der Lichterglanz, <i>radiance</i> | 9 letzt-er, -e, -es , <i>last</i>
das Jahr , <i>year</i>
der Sylvesterabend, <i>New</i>
<i>Year's Eve</i> |
|--|--|

GRAMMAR AND HINTS FOR TRANSLATION

§ 1 The Genders

There are three genders in German masculine, feminine, and neuter. No *general* rule can be given for the gender of nouns, and although a few hints are given below (§ 20), the gender of each noun ought to be learned, as knowledge of the right gender is a great help for translation purposes. The gender of the noun is generally indicated by the article or modifying word preceding it :

Masculine

der Tag, *the day*
ein Tag, *a day*
dieser Tag, *this day*

Feminine

die Hand, *the hand*
eine Hand, *a hand*
diese Hand, *this hand*

Neuter

das Licht, *the light*
ein Licht, *a light*
dieses Licht, *this light*

Note.—The third person singular personal pronouns are *er, sie, es*; they *always* take the gender of the noun which they represent, and are thus *not necessarily* equivalent to *he, she, it*.

Wie ist der Schwefel ? (How is the sulphur ?)	Er ist gelb. It is yellow.
What colour is the sulphur ?	

Wie ist die Hand ? (How is the hand ?)	Sie ist kalt. It is cold.
How does the hand feel ?	

Wie ist das Mädchen ? (How is the girl ?)	Es ist arm. She is poor.
What is the girl like ?	

§ 2 Verbs

German verbs are, like English ones, either irregular or regular. The irregular verbs change the stem vowel during conjugation (*e.g.* beginnen—begann—begonnen); the regular verbs never change their stem, but add (according to certain rules) endings and/or a prefix during conjugation. For the conjugation of regular and irregular verbs see Appendices IIa and IIb. The main rules of the *regular* verbs are set out here separately :

<i>Stem</i> (does not change)	<i>Ending</i>
kauf	-en = <i>to buy</i>
strahl	-en = <i>to shine</i>

Present

Sing. 1st person : ich (stem+e) kaufe, strahle
 3rd person : er, sie, es, man (stem+t) kauft, strahlt

Pl. both persons : wir, sie (stem+en) kaufen, strahlen

Imperfect Tense

Sing. ich, er, sie, es, man (stem+te) kaufte, strahlte

Pl. wir, sie (stem+ten) kauften, strahlten

Past Participle

ge+stem+t gekauft, gestrahlt

Die Sonne (*sun*) hat gestrahlt.

§ 3 Position of Words

(a) If the sentence begins with the subject, the position of words is the same as in English :

Das Licht strahlt aus allen Fenstern.

(b) If, however, the sentence does not begin with the subject, the subject is placed immediately *after* the verb.

In der Dunkelheit strahlt das Licht aus allen Fenstern.

(Exceptions to this rule are the words :

und (*and*), aber (*but*), sondern (*but*), denn (*then, for*),
oder (*or*), allein (*only*), ja (*yes, well, indeed*)

after which the ordinary position of words (*a*) occurs :

Aber das Licht strahlt aus allen Fenstern.)

(c) In subordinate sentences the verb is put at the end of the sentence :

Ich sehe (*see*), dass das Licht aus allen Fenstern **strahlt**.

§ 4 Hint on Compounds

The German language, especially scientific German, has many "compound" nouns which the student may not find in dictionaries. The student will find it more helpful if he tries to remember the basic words rather than the compound ones, e.g. :

der Schwefel	das Holz	das Schwefelholz
<i>the sulphur</i>	<i>the wood</i>	<i>the sulphur match</i>
das Licht	der Glanz	der Lichterglanz
<i>the light</i>	<i>the lustre</i>	<i>the radiance</i>
der Schnee	die Flocke	die Schneeflocke
<i>the snow</i>	<i>the flake</i>	<i>the snowflake</i>

LESSON II

- 1 In einem Winkel zwischen zwei Häusern setzte sie sich hin.
- 2 Nach Hause zu gehen wagte sie nicht, sie hatte ja keine Schwefelhölzer verkauft, hatte ja nicht einen einzigen Pfennig bekommen.
- 3 Ihr Vater würde sie schlagen, und kalt war es zu Hause auch.
- 4 Sie hatten nur das Dach über sich, und dadurch blies der Wind hinein.
- 5 Ihre kleinen Hände waren fast ganz abgestorben vor Kälte.
- 6 Ach, ein kleines Streichhölzchen würde gut tun.
- 7 Wenn sie nur Mut hätte, ein einziges aus dem Bund herauszuziehen, es rasch an der Wand anzustreichen und die Finger daran zu erwärmen.
- 8 Ratsch! Wie es sprühte, wie es brannte.
- 9 Es war eine warme helle Flamme, ganz wie ein helles Licht, als sie die Hände darüber hielt.

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1 der Winkel, <i>angle, corner</i>
zwischen, <i>between</i>
das Haus, <i>house</i>
setzen, <i>to place, set</i> 2 wagen, <i>to dare</i>
verkaufen, <i>to sell</i>
einzig, <i>only, single</i>
*bekommen, <i>to obtain, get</i> 3 *schlagen, <i>to beat</i>
auch, <i>also</i> 4 das Dach, <i>roof</i>
*blasen, <i>to blow</i> 5 *absterben, <i>to die</i>
fast, <i>almost</i> | <ol style="list-style-type: none"> 7 der Mut, <i>courage</i>
heraus, <i>out</i>
*ziehen, <i>to pull</i>
rasch, <i>quick, quickly</i>
die Wand, <i>wall</i>
*streichen, <i>to strike</i>
erwärmen, <i>to warm</i> 8 sprühen, <i>to sparkle</i>
*brennen, <i>to burn</i> 9 warm, <i>warm</i>
hell, <i>bright</i>
die Flamme, <i>flame</i>
darüber, <i>over it</i> |
|---|--|

GRAMMAR AND HINTS FOR TRANSLATION

§ 5 Declension

All articles and nouns, pronouns, pronominal adjectives, etc., have four cases: Nominative, Accusa-

tive, Genitive, Dative, i.e. they can be declined. The student should now refer to Appendix Ia, and study carefully the difference between dative and accusative.

Note.—The personal pronoun always agrees in gender and number with the noun; but its case depends on its function in the sentence. To realise this is of the utmost importance for translation purposes :

Wo ist **der** Schwefel ? { **Er** (subject, nominative, masculine) ist hier; *but*: Ich sehe **ihn** (object, accusative, masculine).

Where is the sulphur ? It is here—I see it.

Die Flamme brennt. Das Mädchen hält **sie** in der Hand.
The flame burns. The girl holds it in her hand.
 (**sie**, object, accusative, feminine.)

Das Feuer ist warm. Das Mädchen erwärmt sich **an ihm**.
The fire is warm. The girl warms herself at it.
 (**ihm** dative, neuter, after “ an.”)

§ 6 Auxiliary Verbs

There are three auxiliary verbs in German :—haben, sein, werden. A full table of their parts is given in Appendix IIa.

Note.—(i) The auxiliary for “ sein ” is “ sein.”

I have been =ich **bin** gewesen

I had been =ich **war** gewesen

(ii) All intransitive verbs expressing **motion** are constructed with “ sein ” in German.

I have gone =ich **bin** gegangen

He had come =er **war** gekommen

(iii) **Werden** has three different meanings :

(a) as an independent verb it means " to become."

I become (am growing) old=*ich werde alt.*

The light becomes brighter =*das Licht wird heller.*

(b) as auxiliary for forming the future and conditional
(see § 19) :

I shall go =*ich werde gehen*

He will receive (obtain)=*er wird bekommen*

(c) as auxiliary for the whole of the passive voice :

I am made =*ich werde gemacht*

I was made =*ich wurde gemacht*

I have been made=*ich bin gemacht worden*

§ 7 Numbers

eins . 1	elf . . . 11	dreißig . 30
zwei . 2	zwölf . . 12	vierzig . 40
drei . 3	dreizehn . 13	fünfzig . 50
vier . 4	vierzehn . 14	sechzig . 60
fünf . 5	fünfzehn . 15	siebzig . 70
sechs . 6	sechzehn . 16	achtzig . 80
sieben . 7	siebzehn . 17	neunzig . 90
acht . 8	achtzehn . 18	hundert . 100
neun . 9	neunzehn . 19	tausend . 1000
zehn . 10	zwanzig . 20	eine Million 1000 000
	einundzwanzig 21	
	zweiundzwanzig 22	
	neunzehnhundertneununddreißig . . 1939	

Note.—For ordinals add *te* up to and including 19, except in the case of 1st and 3rd ; from 20 onwards add *ste* : *der achte*=*the eighth* ; *der zwanzigste*=*the twentieth*.

Irregular : *der erste*=*the first* ; *der dritte*=*the third*.

Fractions—add *tel* : *ein viertel*=*a fourth (quarter)* ; *ein zehntel*=*a tenth*.

The ending *mal* means " times " : *zweimal*=*twice* ; *dreimal*=*three times*.

The ending **fach** means "fold" : **vierfach**=*fourfold*.

The ending **erlei** means "of — kinds" : **fünferlei**=*of five kinds*.

The ending **tens** is equivalent to the English "ly" : **viertens**=*fourthly*.

The comma in German numbers is used instead of the English decimal point: 16·652=16,652 in German. In pointing off long rows of figures a space is left in German instead of using the comma, thus: 98,764,320 is 98 764 320 in German.

Special attention is drawn to the following words :

Erstens is best translated by "in the first place."

Zuerst is best translated by "first of all."

Erst as an ordinal means "first" :

Ich bin der Erste=*I am first*,

but is also used as an adverb and may have two completely different meanings: (i) "at first," "beforehand."

Ich muß erst ein Streichholz anstreichen,

I must strike a match first,

(ii) it may, and frequently does, also mean "only," "not more than."

Er hat erst ein Streichholz angestrichen.

He has only struck one match.

LESSON III

- 1 Es war ein wunderliches Licht, dem kleinen Mädchen war es als säße es vor einem großen, eisernen Ofen mit blanken Messingkugeln.
- 2 Das Feuer wärmte und brannte so gut.
- 3 Nein, was war denn das ?
- 4 Die Kleine streckte schon die Füße aus, um auch die zu wärmen.
- 5 Da erlosch die Flamme.
- 6 Der Ofen verschwand, sie saß mit einem kleinen Überrest des abgebrannten Schwefelholzes in der Hand da.
- 7 Ein zweites wurde angestrichen.
- 8 Es brannte, es leuchtete, und wo der Schein auf die Mauer fiel, war sie durchsichtig wie Glas.
- 9 Sie sah in das Zimmer hinein, wo der Tisch gedeckt stand.
- 10 Ein weißes Tischtuch war darüber ausgebreitet, darauf stand feines Porzellan, und herrlich dampfte die gebratene Gans, die mit Äpfeln gefüllt war.
- 11 Und was noch besser war, die Gans sprang von der Schüssel herunter und watschelte, ein Messer und eine Gabel im Rücken, durch das Zimmer.
- 12 Direkt auf das arme Mädchen kam sie zu.
- 13 Da erlosch das Streichholz, und es war nur noch die dicke, kalte Mauer zu sehen.

- 1 wunderbar, *wonderful*
 *sitzen, *to sit*
 das Eisen, *iron*
 eisern, *of iron*
 der Ofen, *stove*
 blank, *bright*
 das Messing, *brass*
 die Kugel, *ball, sphere*
- 4 strecken, *to stretch*
- 5 erlöschen, *to be extinguished*
- 6 *verschwinden, *to disappear*
 der Rest, *rest, residue*

- 8 leuchten, *to shine*
 der Schein, *splendour*
 die Mauer, *wall*
 *fallen, *to fall*
 durchsichtig, *transparent*
- 9 das Zimmer, *room*
 decken, *to cover*
 *stehen, *to stand*
- 10 das Tischtuch, *table-cloth*
 ausbreiten, *spread*
 dampfen, *to steam*
 *braten, *to roast*

- die Gans, *goose*
 der Apfel, *apple*
 füllen, *to fill*
 11 die Schüssel, *plate*
 *springen, *to jump*

watscheln, *to waddle*
 das Messer, *knife*
 die Gabel, *fork*
 der Rücken, *back*

GRAMMAR AND HINTS FOR TRANSLATION

§ 8 Verbs, Separable and Inseparable

A great number of German verbs are formed by a simple verb with a prefix :

kommen= <i>to come</i>	bekommen= <i>to obtain</i>
dampfen= <i>to steam</i>	verdampfen= <i>to evaporate</i>
ziehen= <i>to pull</i>	herausziehen= <i>to pull out, extract</i>

Some of these verbs are "inseparable," some "separable." That is, in the case of the former the prefix is not separated from its verb, while in the case of the latter it is often separated.

(A) *The inseparable verbs.* The inseparable prefixes are:
 be, ge, ent, emp, er, ver, zer.

Prefix and verb stem remain together in *all* cases and positions of the verb. Ge is omitted in the past participle.

kommen—ich bin gekommen=*I have come*
 bekommen—ich habe bekommen=*I have obtained*

These verbs present little difficulty, but a few hints as to the meaning of the prefixes may prove useful :

be changes intransitive verbs into transitive ; it also forms a verb from an adjective or noun :

frei (adj.)=*free* befreien=*to free, release*

ge has no special fixed meaning.

er conveys the idea of beginning or completion :

finden=*to find* erfinden=*to discover*

ent conveys the idea of separation, deprivation :

färben= <i>to colour</i>	entfärben= <i>to discolour</i>
decken= <i>to cover</i>	entdecken= <i>to discover</i>

ver may have three different meanings :

- (i) it may convey the idea of "loss," "using up" (in scientific language this will generally be the case) :

der Dampf=*steam*, verdampfen=*to evaporate*

brennen=*to burn*, verbrennen=*to burn down*

- (ii) it may convey the idea of "to cover with" :

das Gold=*gold* vergolden=*to gild*

- (iii) it may intensify the meaning of the original verb :

ändern=*to change* verändern=*to change*

zer always conveys the idea of destruction :

legen=*to lay, place* zerlegen=*to take to pieces, analyse*

(B) *Separable verbs*—as prefixes may be used :

- (1) prepositions and adverbs, e.g.

herunterfallen=*to fall down*.

- (2) adjectives, e.g.

bloßstellen=*to expose* (lit. *place bare*).

- (3) nouns, e.g.

teilnehmen=*to take part*.

In ordinary sentences containing these verbs the *prefix* is put at the end :

Er fällt die Treppe **herunter**=*he falls down the stairs*.

In subordinate sentences, however, verb and prefix reunite at the end of the sentence :

Ich sehe, daß er die Treppe herunterfällt.

I see that he falls down the stairs.

Very often the compound verb has a very different meaning from its two parts taken separately. The student should *always*, before he begins to translate, look at the end of the sentence or clause to see whether there is a prefix, as it may change the sense completely :

machen=*to make* ; aufmachen=*to open*.

Der Chemiker **macht** die Flasche **auf**.

The chemist opens (not makes) the bottle.

Note (i)—ge in the past participle } are placed between
zu in the infinitive } prefix and verb.

Er hat die Flasche aufgemacht.

He has opened the bottle.

Er braucht die Flasche nicht aufzumachen.

He does not need to open the bottle.

Note (ii).—Students are often puzzled by the use of the prefixes **hin** and **her** ("there" and "here"), either singly or combined with prepositions or adverbs. **Her** implies that the verb expresses a movement *towards* the speaker, **hin** implies the contrary.

(C) A few prefixes can be both separable and inseparable. In these cases the separable verb has a different meaning from that of the inseparable one. As a general rule it may be said that prefixes are separable when they form the important part of the verb and are accented. These prefixes are :

durch (*through*)

hinter (*behind*)

über (*over*)

um (*around*)

unter (*under*)

voll (*full*)

wider (*against*)

wieder (*again*)

e.g. wiederholen = *to repeat*

wieder'holen = *to bring back*.

Er wiederholt die Frage = *he repeats the question*.

Er holt das Buch wieder = *he brings the book back*.

(D) *Infinitive with zu.*

After sein and a few other verbs the infinitive preceded by zu has to be translated with a passive meaning. For instance, the sentence 13 above "es war nur noch die dicke, kalte Mauer zu sehen" means "there was only the thick, cold wall *to be seen*." Or again, to take two sentences which occur in Part II: "Die Vierwertigkeit . . . nicht als ein Gesetz anzusehen ist" means literally "the tetravalency . . . is not *to be regarded* as a law." And

“ . . . Röntgenanalyse, die insbesondere Aussagen . . . zu machen erlaubt ” means “ . . . Röntgen analysis which allows special deductions *to be made*. ”

§ 9 Notes on Declension

Regarding the declension of nouns, see the note in Appendix Ia. It should be noted that the few very general rules on endings given here are subject to many exceptions.

Masculine and Neuter

Singular genitive adds *s* or *es* to noun :

der Tag	des Tages
der Schwefel	des Schwefels
das Holz	des Holzes

Plural, all cases except dative, adds *e* or *er*, and modify (i.e. *a* to *ä*, *o* to *ö*, *u* to *ü*) usually :

der Fuß	die Füße
der Tisch	die Tische
das Dach	die Dächer

But nouns ending in *el*, *en*, *er*, never change the ending in plural (though they may modify) :

der Ofen	die Ofen
das Fenster	die Fenster
der Winkel	die Winkel

Feminine

Invariable in Singular

Plural adds *n* or *en* :

die Flocke	die Flocken
die Flamme	die Flammen
die Dunkelheit	die Dunkelheiten

But about 30 monosyllabic words add only *e* and modify :

die Wand	die Wände
die Nacht	die Nächte

All dative plurals end in *en*.

§ 10 Hints on Negation

The ordinary negation "no" is **nein**.

A verb is made negative by adding **nicht**, "not":

Sein oder nicht sein—das ist die Frage;

To be or not to be—that is the question.

The word **kein** means *no, none, not a, not any*; it is declined like **ein**.

ein Messer=*a knife*

Ich habe kein Messer=*I have no knife.*

nichts=*nothing*

Ich habe nichts gesehen=*I have seen nothing.*

auch nicht =*not even*

nicht einmal=*not once or not even*

noch nicht =*not yet*

LESSON IV

- 1 Sie zündete ein neues Streichholz an.
- 2 Da saß sie unter dem schönsten Christbaum.
- 3 Der war noch größer und reicher geschmückt als sie ihn am letzten Weihnachtsfeste bei dem reichen Kaufmann durch die Glastür gesehen hatte ;
- 4 tausend Lichter brannten an den grünen Zweigen, und bunte Bilder sahen zu ihr herab.
- 5 Die Kleine streckte beide Hände aus ^{da} da erlosch das Streichholz.
- 6 Die vielen Weihnachtslichter stiegen höher und höher, sie sah, daß sie jetzt die hellen Sterne am Himmel waren.
- 7 Ein Stern fiel nieder und bildete einen langen Feuerstreifen am Himmel.
- 8 „Jetzt stirbt jemand“ sagte das kleine Mädchen.
- 9 Denn die alte Großmutter, die einzige, die gut gegen sie gewesen, die jetzt aber gestorben war, hatte ihr erzählt :
- 10 Wenn ein Stern vom Himmel fällt, fliegt eine Seele zu Gott empor.

1 anzünden , <i>to light, ignite</i> neu, <i>new</i>	hoch, <i>high</i> jetzt, <i>now</i>
2 schön, <i>beautiful</i>	der Stern, <i>star</i>
3 groß, <i>great</i> reich, <i>rich</i> schmücken, <i>to decorate</i> Weihnachtsfest, <i>Christmas</i> die Glastür, <i>glass door</i>	der Himmel, <i>heaven</i> 7 nieder , <i>down</i> bilden , <i>to form</i> der Streif, <i>streak</i>
4 der Zweig, <i>branch</i> bunt, <i>coloured</i> das Bild, <i>picture</i> herab, <i>down</i>	8 *sterben, <i>to die</i> jemand, <i>somebody</i> 9 erzählen, <i>to tell</i>
6 *steigen, <i>to climb, rise</i>	10 *fliegen, <i>to fly</i> die Seele, <i>soul</i> der Gott, <i>God</i>

GRAMMAR AND HINTS FOR TRANSLATION

§ 11 Declension of Adjectives

Adjectives are also declined. A full table is given in Appendix Ic. The science student should, however,

not bother to learn them or spend too much time on them, as there is generally no difficulty in correctly translating them into English.

§ 12 The Modal Auxiliaries

There are six auxiliaries of mood. They vary their meaning, and it is often difficult to find the English equivalent:

dürfen = *to be permitted, to be allowed* : expresses *permission*

können = *to be able* : expresses *physical ability*

mögen = *to care to* : expresses *inclination, likelihood*

müssen = *to have to* : expresses *necessity*

sollen = *to be supposed to* : expresses *duty, obligation*

wollen = *to want to* : expresses *intention*

Present

ich darf, wir dürfen (*I may, am allowed*)

ich kann, wir können (*I can, am able*)

ich möge, wir mögen (*I like to, care to*)

ich muß, wir müssen (*I must, have to*)

ich soll, wir sollen (*I am to, am supposed to*)

ich will, wir wollen (*I want to, am willing*)

Imperfect

ich durfte

ich konnte
(*could*)

ich mochte

ich mußte

ich sollte

ich wollte

Note.—The modal auxiliaries form two past participles. The one (so-called *weak*) is :

gedurft, gekonnt, gemocht, gemusst, gesollt, gewollt
and is only used if the auxiliary is used as an independent verb :

ich habe gedurft, *I have been allowed.*

But if the modal auxiliary is followed by the infinitive of another verb, the so-called *strong* past participle is used which is *identical with the infinitive*. (This is the usual form.)

Ich habe fliegen dürfen.

I have been allowed to fly.

Er hat sich wärmen können.

He has been able to warm himself.

DON'T CONFUSE

können (*to be able*) ich kann (*I am able*), ich konnte
(*I was able*), ich habe gekonnt (*I have been able*)

WITH

kennen (*to know*) ich kenne (*I know*), ich kannte
(*I knew*), ich habe gekannt (*I have known*)

§ 13 Comparison

The comparative is formed by adding **er** and generally modification.

The superlative is formed by adding (e)**st** and generally modification.

groß	größer	(der, die, das) größte (am größten)
reich	reicher	(der, die, das) reichste (am reichsten)

There are two superlatives. The one is used as an adjective, e.g.

das größte Messer=*the biggest knife*.

The other is used in a predicative sense, e.g.

jetzt sind die Lichte am helsten,
now the lights are brightest.

It is not usual in German to form the comparative by adding **mehr**, "more":

veränderlich=*variable*; veränderlicher=*more variable*

Note, however, that the ending **er** does *not always* mean a comparative:

ein großer Mann (see Appendix Ic)=*a tall man*
ein größerer Mann =*a taller man*

The irregular comparisons are very similar to the English :

gut	besser (<i>better</i>)	beste (<i>best</i>)
viel	mehr (<i>more</i>)	meiste (<i>most</i>)
hoch	höher (<i>higher</i>)	höchste (<i>highest</i>)

but the plural **mehrere** preceding a noun means "several" and *not* "more."

mehr Licht = *more light*
 mehrere Lichter = *several lights*

§ 14 Hints on Cognates

In some words the German **d** is equivalent to the English **th** :

Bad	Erde	Ding	dünn	drei
<i>bath</i>	<i>earth</i>	<i>thing</i>	<i>thin</i>	<i>three</i>

In some words the German **z**, **tz**, **ss**, **s** is equivalent to the English **t** :

schmelzen	Hitze	groß	es
<i>melt</i>	<i>heat</i>	<i>great</i>	<i>it</i>

In some words the German **pf** or **ff** is equivalent to the English **p** :

Haufe	Kupfer
<i>heap</i>	<i>copper</i>

In some words the German **b** is equivalent to the English **f** or **v** :

über	halb
<i>over</i>	<i>half</i>

In some cases a German **f** or **v** becomes an English **v** or **f** :

Volk	Ofen
<i>folk</i>	<i>oven</i>

In some cases a German **ch** or **k** becomes an English **k** or **ch** :

machen	Stärke
<i>make</i>	<i>starch</i>

LESSON V

- 1 Sie strich nochmals ein Hölzchen an.
- 2 Es leuchtete ringsumher, und in dem Glanze stand die Großmutter so klar und schimmernd, so mild und liebevoll.
- 3 „Großmutter,“ rief die Kleine, „ach, nimm mich mit!
- 4 Ich weiss, Du bist wieder weg, sobald das Streichholz erlischt.
- 5 Weg wie der arme Ofen, der schöne Gänsebraten und der große schöne Weihnachtsbaum!“
- 6 Und schnell strich sie den ganzen Rest Streichhölzer an, die noch im Bund waren.
- 7 Sie wollte die Großmutter so recht lange festhalten.
- 8 Und die Streichhölzer leuchteten mit einem solchen Glanz, daß es heller war als am hellen Tag.
- 9 Die Großmutter war noch nie so schön und groß gewesen.
- 10 Sie nahm das kleine Mädchen auf die Arme, und sie flogen in den Himmel.
- 11 Und da oben war weder Kälte noch Hunger oder Angst—sie waren bei Gott.

2 klar, *clear*
 'liebevoll, *lovingly*
 3 *rufen, *to call*
 *nehmen, *to take*
 4 *wissen, *to know*
 weg, *forth, away*
 sobald, *as soon*

6 schnell, *quick, rapidly*
 7 festhalten, *hold fast*
 9 nie, *never*
 11 die Angst, *fear*
 weder—noch, *neither—nor*
 oben, *above*

GRAMMAR AND HINTS FOR TRANSLATION

§ 15 The Relative and Demonstrative Pronouns

The relative and demonstrative pronouns are the same as the definite article (except in *gen. masc., neuter sing., and genitive and dat. plural, where en is added to the definite article*—dessen, deren, denen). Occasionally

welcher, welche, welches, is used as relative pronoun, and dieser, diese, dieses, and derjenige, diejenige, dasjenige as demonstrative pronouns. What was said in § 5 with respect to the personal pronoun is also valid here, i.e. that it agrees in gender and number with the noun it relates to, but its case is dependent on its function in the relative clause :

der Stern, **der** vom Himmel fällt

the star which falls from heaven

der Stern, **den** ich sehe

the star that I see

This is very important for translation purposes, and special attention will be drawn to this point later in the notes to the passages for translation.

§. 16 The Participial Construction

German scientific language tends very much to separate article and noun, and interpolate a participial construction (either present or past) in order to explain the noun. Students are generally puzzled by this construction, and they should get used to translating it by a subordinate clause right from the beginning :

brennen=*to burn* ; brennend=*burning* ; die Lichter=*the lights.*

die brennenden Lichter=*the burning lights*

die im Fenster brennenden Lichter=*the lights which burn (burning) in the window*

fallen=*to fall* ; gefallen=*fallen* ; der Stern=*the star*

ein gefallener Stern=*a fallen star*

ein vom Himmel gefallener Stern=*a star which has fallen from heaven*

§ 17 Notes on Important and Difficult Words Sich

Sich is the ordinary reflexive pronoun for the third person singular and plural. As in French, there are many reflexive verbs in the German language, and

their use may create difficulties. The following points are especially to be noted in scientific language :

(a) A transitive verb may be made reflexive by the addition of a reflexive pronoun :

Ich erwärme mich=*I warm myself.*

(b) A transitive verb may be made intransitive by adding the reflexive pronoun ; this seems superfluous to the English-speaking student :

entzünden=*to ignite, light*

Das Streichholz entzündet sich. *The match lights.*

(c) In many cases the reflexive verb in the third person is best translated in a passive sense, implying a gradual change.

Note the difference between :

Die Kugel bedeckt sich mit Gold.

The sphere is being (becoming) covered with gold.

and Die Kugel ist mit Gold bedeckt.

The sphere is covered with gold.

(d) Sich in the plural means very often "each other."

berühren=*to touch*

Himmel und Erde berühren sich.

Heaven and earth touch each other.

Lassen and Sich Lassen

Lassen is an irregular verb (lassen—ließ—gelassen) and means "to let," "to allow." It has, however, often to be translated by "to have" (something done), or "cause" (something to be done) if an infinitive follows :

Ich lasse ihn kommen=*I am getting him to come.*

Sich lassen followed by an infinitive has to be translated "can be," "may be" :

Streichhölzer lassen sich an der Wand entzünden.

Matches can be struck on the wall.

LESSON VI

- 1 Aber im Winkel am Hause saß in der kalten Morgenstunde das kleine Mädchen mit roten Wangen und mit einem Lächeln um den Mund—tot, erfroren am letzten Abend im Jahr.
- 2 Die Neujahrssonne ging über der kleinen Leiche auf.
- 3 Sie saß mit den Streichhölzern da, von denen ein Bund fast abgebrannt war.
- 4 „Sie hat sich erwärmen wollen“ sagte man.
- 5 Niemand wußte, was sie Schönes gesehen hatte,
- 6 in welchem Glanz sie mit der Großmutter zur Neujahrsfreude eingegangen war.

1 die Stunde, *hour*
 die Wange, *cheek*
 das Lächeln, *smile*
 tot, *dead*
 *erfrieren, *to freeze*

2 die Sonne, *sun*
 *aufgehen, *to rise*
 die Leiche, *corpse*
 4 erwärmen, *to heat, warm*
 6 die Freude, *the joy*

GRAMMAR AND HINTS FOR TRANSLATION

§ 18 Notes on Important and Difficult Words *(continued)*

Es

The Impersonal Verbs.—As in English, there are some verbs which occur only in the impersonal form (it snows, happens, etc.). Two of these verbs occur very often in scientific language :

es gibt—gab—hat gegeben. Translate : “there is,” “there are.”

Es gibt Flüssigkeiten, die schwerer sind als Wasser.
There are liquids which are heavier than water.

gelingen—followed by the *dative*—“to succeed”
 es gelingt—gelingt—ist gelungen

Es gelingt dem Wissenschaftler=*the scientist succeeds.*

DON'T CONFUSE the verb *gelingen*, with the regular verb *gelangen* (*gelangte gelangt*), which means, "to arrive," "to attain."

Note.—Very often in scientific German *es* is used as subject of a verb and the real subject is put later. In these cases begin the translation with the real subject :

Es wird ein Streichholz angezündet=*a match is struck.*

selbst : after noun or pronoun it emphasises=*self*

Gott selbst hat gesagt=*God Himself has said*

before noun or pronoun it modifies=*even*

selbst Gott hat gesagt=*even God has said*

man—French : *on* (*not* : *der Mann*) is often best translated by the passive, but it can often be translated by *one*.

Man bekommt Streichhölzer=*matches are obtained*

etwa=*perhaps, about*

Die Oberfläche ist etwa 6 cm breit.

The surface is about 6 cm. wide.

etwas=*something*

etwas Neues=*something new.*

§ 19 Subjunctive and Conditional

The subjunctive is very rare in scientific literature and is now only used in subordinate clauses. For its different forms, see Appendix IIa.

The Conditional

Present

Past subjunctive of "werden" (*würde*) followed by infinitive of the verb :

es würde erwärmen=*it would heat*

Imperfect

Past subjunctive of "werden," followed by past participle of verb, followed by auxiliary (haben or sein):

es würde geleuchtet haben = *it would have shone*

er würde gesagt haben = *he would have said*

er würde gekommen sein = *he would have come*

Note.—Instead of "würde—haben" the form *hätte* is frequently used:

er hätte gesagt = *he would have said*

Instead of "würde sein" the form *wäre* is frequently used:

er wäre gekommen = *he would have come*

§ 20 Useful Hints for Noun Endings

Nouns ending in *ich, ig, ing, ling*, and most nouns in *el, er* and *en* (except infinitives) are *masculine*.

Nouns ending in *in, ei, ie, ion, ung, heit, keit, schaft* are *feminine*.

Nouns ending in *icht, tum, nis, sal*, and diminutives ending in *chen* and *lein* are *neuter*, also all infinitives used as nouns.

§ 21 Adverbs and Conjunctions

Most adjectives including participles are not changed when used as adverbs, except that, in the superlative, instead of the simple form such as *klarste* (*clearest*), *höchste* (*highest*) the forms *am klarsten*, *am höchsten* are used.

Common adverbs such as those of time and place, for instance *hier* (*here*), *nun* and *jetzt* (*now*), *damals* (*at that time*), and such words as *sehr* (*very*), *anders* (*otherwise*), will soon become familiar to the student.

The use of *hin* and *her* has been explained in § 8.

Sometimes prepositions are used with adverbs, such as von nun an (*from now onwards*), nach aussen (*outwards*).

The so-called co-ordinating conjunctions, such as und (*and*), aber (*but*), sowohl . . . als (*both . . . and*), entweder . . . oder (*either . . . or*), present no difficulty.

The subordinating conjunctions, such as ehe (*before*), obgleich (*although*), indem (*whilst*), nachdem (*after*), damit (*so that*), which introduce subordinate sentences, are soon learnt. One of the commonest is daß which is used by itself or with another word, for instance ohne daß (*without*), so daß (*so that*), dadurch . . . daß (*through*).

For example :

Ich ging fort, nachdem ich ihn gesehen hatte.

I went away after I had seen him.

Ich ging hinaus, so daß ich ihn sehen konnte.

I went out so that I might see him.

Ich nahm sein Buch, ohne daß er es sah.

I took his book without his seeing it.

It will be observed that in certain subordinate sentences, whilst the indicative or subjunctive mood is used in German, in English the verb has to be translated by a present participle.

APPENDIX Ia

DECLENSION OF NOUNS AND ARTICLES

The declension of nouns is one of the extreme difficulties of the German language. There is a "strong," a "weak" and a "mixed" declension, and the endings of nouns change accordingly. It was, however, not thought necessary to explain these various endings in detail in this book, as they seldom create difficulties in translation. A few very general rules will be found in § 9 of the grammatical introduction.

The declension of the different articles is *extremely* important for translation purposes and should be most carefully studied.

Singular

Masculine

N. der (<i>the</i>)	ein (<i>a</i>)	dieser	Mann
A. den	einen	diesen	Mann
G. des	eines	dieses	Mannes
D. dem	einem	diesem	Mann

Feminine

N. die (<i>the</i>)	eine	diese	Kälte	} Plural noun adds n in all forms.
A. die	eine	diese	Kälte	
G. der	einer	dieser	Kälte	
D. der	einer	dieser	Kälte	

Neuter

N. das (<i>the</i>)	ein	dieses	Fenster	} Plural noun adds n in dative only.
A. das	eines	dieses	Fenster	
G. des	eines	dieses	Fensters	
D. dem	einem	diesem	Fenster	

Plural

All Genders

N. die	diese	Männer
A. die	diese	Männer
G. der	dieser	Männer
D. den	diesen	Männern

Note.—(a) (i) The subject, or predicate noun after “to be,” is in *the nominative* (N).

(ii) The direct object is in *the accusative* (A).

(iii) *The genitive* (G) is the case expressing possession, derivation.

(iv) The indirect object (in English often recognisable by “to” or “for”), whether present or understood, is in *the dative* (D).

Der Mann sieht das Buch (Mann, subject; Buch, direct object).

Der Mann gibt dem Mädchen das Buch (Mädchen, indirect object—“to the girl”).

(b) In the same manner as the definite article the limiting adjectives must be declined if they precede the noun :

dieser, <i>this</i> (see above)	jeder, <i>each</i>
jener, <i>that</i>	mancher, <i>some</i>
solcher, <i>such</i>	welcher, <i>which</i>

(c) After certain prepositions certain cases must be used.

Genitive—always after :

statt, anstatt, trotz, während, wegen, innerhalb.

Dative follows :

aus, außer, bei, entgegen, gemäß, mit, nach, nächst, nebst, seit, von, zu.

Accusative follows :

durch, für, gegen, ohne, um, wider.

Several prepositions can be followed by *either dative or accusative* :

an, auf, hinter, in, neben, über, unter, vor, zwischen.

The general rule for these prepositions is that the accusative is used if the verb expresses motion towards :

Ich gehe in **das** Haus.

but Ich bin in **dem** Haus.

A few prepositions follow instead of precede the noun they govern, e.g. entgegen.

For translations of prepositions, see tabular alphabetical list (Appendix III).

(d) Some prepositions are combined with the definite article in certain of its cases to form one word, for instance, vom=*von dem*, zur=*zu der*, ums=*um das*, and so on.

APPENDIX Ib

DECLENSION OF PERSONAL PRONOUNS

N. ich	er	sie (<i>she</i>)	es	wir	sie (<i>they</i>)
A. mich	ihn	sie	es	uns	sie
G. meiner	seiner	ihrer	seiner	unser	ihrer
D. mir	ihm	ihr	ihm	uns	ihnen

Note.—The forms for the second person in German are “du” (*thou*) and “Ihr” (*you* or *ye*), but these forms are only used in addressing intimates and inferiors. As they occur rarely in scientific literature they have been omitted to avoid confusion. For ordinary purposes the third person plural is used both of the pronoun and verb, but the pronoun is spelt with a capital letter. When the pronoun, not being the subject of a verb, is declined, it is also spelt with an initial capital: Sie, Ihrer, Ihnen.

APPENDIX Ic

DECLENSION OF ADJECTIVES

(a) Adjective preceding *Masculine* noun**Singular**

N. großer Mann	ein großer Mann	der große Mann
A. großen Mann	einen großen Mann	den großen Mann
G. großen Mannes	eines großen Mannes	des großen Mannes
D. großem Mann	einem großen Mann	dem großen Mann

Plural

N. große Männer		die großen Männer
A. große Männer		die großen Männer
G. großer Männer		der großen Männer
D. großen Männern		den großen Männern

(b) Adjective preceding *Feminine* noun**Singular**

N. helle Sonne	eine helle Sonne	die helle Sonne
A. helle Sonne	eine helle Sonne	die helle Sonne
G. heller Sonne	einer hellen Sonne	der hellen Sonne
D. heller Sonne	einer hellen Sonne	der hellen Sonne

Plural

N. helle Sonnen	die hellen Sonnen
A. helle Sonnen	die hellen Sonnen
G. heller Sonnen	der hellen Sonnen
D. hellen Sonnen	den hellen Sonnen

(c) Adjective preceding *Neuter* noun**Singular**

N. weißes Licht	ein weißes Licht	das weiße Licht
A. weißes Licht	ein weißes Licht	das weiße Licht
G. weißen Lichts	eines weißen Lichts	des weißen Lichts
D. weißem Licht	einem weißen Licht	dem weißen Licht

Plural

N. weiße Lichter	die weißen Lichter
A. weiße Lichter	die weißen Lichter
G. weißer Lichter	der weißen Lichter
D. weißen Lichtern	den weißen Lichtern

Note.—The translation of the different forms of the adjectives will hardly present any difficulty. It may perhaps be stated that the general rule is that there should be enough inflection to show gender and case if this is not clear by the article (e.g. *ein* need not necessarily be neuter).

APPEN

CONJU

(For 2nd person see

INDIC

	PRESENT	IMPERFECT	FUTURE
regular verb active	ich mache er, sie, es macht wir, sie machen	ich, er, sie, es machte wir, sie machten	ich werde machen usw.
passive	ich werde gesehen er, sie, es wird gesehen wir, sie werden gesehen	ich, er, sie, es wurde gesehen wir, sie wurden gesehen	ich werde gesehen werden usw.
haben	ich habe er, sie, es hat wir, sie haben	ich, er, sie, es hatte wir, sie hatten	ich werde haben usw.
sein	ich bin er, sie, es ist wir, sie sind	ich, er, sie, es war wir, sie waren	ich werde sein usw.
werden	ich werde er, sie, es wird wir, sie werden	ich, er, sie, es wurde wir, sie wurden	ich werde werden usw.
wollen	ich, er, sie, es will wir, sie wollen	ich, er, sie, es wollte wir, sie wollten	ich werde wollen usw.
sollen	ich, er, sie, es soll wir, sie sollen	ich, er, sie, es sollte wir, sie sollten	ich werde sollen usw.
können	ich, er, sie, es kann wir, sie können	ich, er, sie, es konnte wir, sie konnten	ich werde können usw.
müssen	ich, er, sie, es muß wir, sie müssen	ich, er, sie, es mußte wir, sie mußten	ich werde müssen usw.
mögen	ich, er, sie es mag wir, sie mögen	ich, er, sie es mochte wir, sie mochten	ich werde mögen usw.
dürfen	ich, er, sie, es darf wir, sie dürfen	ich, er, sie, es durfte wir, sie durften	ich werde dürfen usw.

DIX IIa

GATION

Note, Appendix Ib)

ATIVE

CONDITIONAL	PERFECT	PLUPERFECT	FUTURE PERFECT	PARTICIPLES
ich würde machen usw.	ich habe gemacht usw.	ich hatte gemacht usw.	ich werde gemacht haben usw.	machend gemacht
ich würde gesehen werden usw.	ich bin gesehen worden usw.	ich war gesehen worden usw.	ich werde gesehen worden sein usw.	gesehen worden
ich würde haben usw.	ich habe gehabt usw.	ich hatte gehabt usw.	ich werde gehabt haben usw.	haben gehabt
ich würde sein usw.	ich bin gewesen usw.	ich war gewesen usw.	ich werde gewesen sein usw.	seiend gewesen
ich würde werden usw.	ich bin geworden usw.	ich war geworden usw.	ich werde geworden sein usw.	werdend geworden (worden)
ich würde wollen usw.	ich habe gewollt usw.	ich hatte gewollt usw.	ich werde gewollt haben usw.	wollend gewollt (wollen)
ich würde sollen usw.	ich habe gesollt usw.	ich hatte gesollt usw.	ich werde gesollt haben usw.	sollend gesollt (sollen)
ich würde können usw.	ich habe gekonnt usw.	ich hatte gekonnt usw.	ich werde gekonnt haben usw.	könnend gekonnt (können)
ich würde müssen usw.	ich habe gemußt usw.	ich hatte gemußt usw.	ich werde gemußt haben usw.	müssend gemußt (müssen)
ich würde mögen usw.	ich habe gemocht usw.	ich hatte gemocht usw.	ich werde gemocht haben usw.	mögend gemocht (mögen)
ich würde dürfen usw.	ich habe gedurft usw.	ich hatte gedurft usw.	ich werde gedurft haben usw.	dürfend gedurft (dürfen)

APPENDIX

SUBJU

	PRESENT	IMPERFECT	FUTURE
regular verb active	ich, er, sie, es mache wir, sie machen	ich, er, sie, es machte wir, sie machten	ich werde machen usw.
passive	ich, er, sie, es werde gesehen wir, sie werden gesehen	ich, er, sie, es würde gesehen wir, sie würden gesehen	ich werde gesehen werden usw.
haben	ich, er, sie, es habe wir, sie haben	ich, er, sie, es hätte wir, sie hätten	ich werde haben usw.
sein	ich, er, sie, es sei wir, sie seien	ich, er, sie, es wäre wir, sie wären	ich werde sein usw.
werden	ich, er, sie, es werde wir, sie werden	ich, er, sie, es würde wir, sie würden	ich werde werden usw.
wollen	ich, er, sie, es wolle wir, sie wollen	ich, er, sie, es wollte wir, sie wollten	ich werde wollen usw.
sollen	ich, er, sie, es solle wir, sie sollen	ich, er, sie, es sollte wir, sie sollten	ich werde sollen usw.
können	ich, er, sie, es könne wir, sie können	ich, er, sie, es könnte wir, sie könnten	ich werde können usw.
müssen	ich, er, sie, es müsse wir, sie müssen	ich, er, sie, es müßte wir, sie müssten	ich werde müssen usw.
mögen	ich, er, sie, es möge wir, sie mögen	ich, er, sie, es möchte wir, sie möchten	ich werde mögen usw.
dürfen	ich, er, sie, es dürfe wir, sie dürfen	ich, er, sie, es dürfte wir, sie dürften	ich werde dürfen usw.

IIa (continued)

NCTIVE

PERFECT	PLUPERFECT	FUTURE PERFECT
ich habe gemacht usw.	ich hätte gemacht usw.	ich werde gemacht haben usw.
ich sei gesehen worden usw.	ich wäre gesehen worden usw.	ich werde gesehen worden sein usw.
ich habe gehabt usw.	ich hätte gehabt usw.	ich werde gehabt haben usw.
ich sei gewesen usw.	ich wäre gewesen usw.	ich werde gewesen sein usw.
ich sei geworden usw.	ich wäre geworden usw.	ich werde geworden sein usw.
ich habe gewollt usw.	ich hätte gewollt usw.	ich werde gewollt haben usw.
ich habe gesollt usw.	ich hätte gesollt usw.	ich werde gesollt haben usw.
ich habe gekonnt usw.	ich hätte gekonnt usw.	ich werde gekonnt haben usw.
ich habe gemußt usw.	ich hätte gemußt usw.	ich werde gemußt haben usw.
ich habe gemocht usw.	ich hätte gemocht usw.	ich werde gemocht haben usw.
ich habe gedurft usw.	ich hätte gedurft usw.	ich werde gedurft haben usw.

APPENDIX IIb

TABLE OF GERMAN IRREGULAR VERBS

Only the simple verbs are given. They are frequently found with prefixes. See § 8.

INFINITIVE	IMPERFECT	PAST PART.	ENGLISH
beginnen	begann	begonnen	<i>begin</i>
bewegen	bewog	bewogen	<i>induce</i>
biegen	bog	gebogen	<i>bend</i>
bieten	bot	geboten	<i>offer</i>
binden	band	gebunden	<i>bind</i>
bitten	bat	gebeten	<i>request</i>
blasen (bläst)	blies	geblasen	<i>blow</i>
bleiben	blieb	geblieben	<i>remain</i>
bleichen	blich	geblichen	<i>fade</i>
braten (brät)	briet	gebraten	<i>roast</i>
brechen (bricht)	brach	gebrochen	<i>break</i>
brennen	brannte	gebrannt	<i>burn</i>
bringen	brachte	gebracht	<i>bring</i>
denken	dachte	gedacht	<i>think</i>
empfehlen	empfohl	empfohlen	<i>recommend</i>
essen (ißt)	aß	gegessen	<i>eat</i>
fahren (fährt)	fuhr	gefahren	<i>travel</i>
fallen (fällt)	fiel	gefallen	<i>fall</i>
fangen (fängt)	fang	gefangen	<i>catch</i>
finden	fand	gefunden	<i>find</i>
fliegen	flog	geflogen	<i>fly</i>
fliehen	floh	geflohen	<i>flee</i>
fließen	floß	geflossen	<i>flow</i>
fragen (fragt or frägt)	fragte or frug	gefragt	<i>ask</i>
frieren	fror	gefroren	<i>freeze</i>
gären	gor	gegoren	<i>ferment</i>
geben (gi(e)bt)	gab	gegeben	<i>give</i>
gefallen (gefällt)	gefiel	gefallen	<i>please</i>
gehen	ging	gegangen	<i>go</i>
gelingen (es gelingt)	gelang	gelungen	<i>succeed</i>

INFINITIVE	IMPERFECT	PAST PART.	ENGLISH
gelten (gilt)	galt	gegolten	<i>be worth</i>
genießen	genoß	genossen	<i>enjoy</i>
geraten (gerät)	geriet	geraten	<i>get (e.g. to get angry)</i>
geschehen (es geschieht)	geschah	geschehen	<i>happen</i>
gewinnen	gewann	gewonnen	<i>win</i>
gießen	goß	gegossen	<i>pour</i>
gleichen	glich	geglichen	<i>equal</i>
gleiten	glitt	geglitten	<i>glide</i>
graben (gräbt)	grub	gegraben	<i>dig</i>
greifen	griff	gegriffen	<i>grasp</i>
halten (hält)	hielt	gehalten	<i>hold</i>
hangen (hängt)	hing	gehangen	<i>hang (intrans.)</i>
hauen	hieb	gehauen	<i>hew</i>
heben	hob	gehoben	<i>lift</i>
heißen	hieß	geheißen	<i>be called</i>
helfen (hilft)	half	geholfen	<i>help</i>
kennen	kannte	gekannt	<i>know</i>
klingen	klang	geklungen	<i>sound</i>
kommen	kam	gekommen	<i>come</i>
laden	lud	geladen	<i>load</i>
lassen (läßt)	ließ	gelassen	<i>let</i>
laufen (läuft)	lief	gelaufen	<i>run</i>
leiden	litt	gelitten	<i>suffer</i>
leihen	lieh	geliehen	<i>lend</i>
lesen (liest)	las	gelesen	<i>read</i>
liegen	lag	gelegen	<i>lie</i>
meiden	mied	gemieden	<i>avoid</i>
messen (mißt)	maß	gemessen	<i>measure</i>
mögen	mochte	gemocht	<i>like</i>
nehmen (nimmt)	nahm	genommen	<i>take</i>
nennen	nannte	genannt	<i>name</i>
pfeifen	pfiff	gepfiffen	<i>whistle</i>
pflügen	pflegte or pflog	gepflegt	<i>foster</i>
preisen	pries	gepriesen	<i>praise</i>
quellen (quillt)	quoll	gequollen	<i>gush</i>
raten (rät)	riet	geraten	<i>advise</i>

INFINITIVE	IMPERFECT	PAST PART.	ENGLISH
reiben	rieb	gerieben	<i>rub</i>
reißen	riß	gerissen	<i>tear</i>
rennen	rannte	gerannt	<i>run</i>
riechen	roch	gerochen	<i>smell</i>
ringen	rang	gerungen	<i>wrestle</i>
rinnen	rann	geronnen	<i>leak or run</i>
rufen	rief	gerufen	<i>call</i>
saufen (säuft)	soff	gesoffen	<i>swill</i>
schaffen	schuf	geschaffen	<i>create</i>
scheiden	schied	geschieden	<i>separate</i>
scheinen	schien	geschienen	<i>shine or appear</i>
schieben	schob	geschoben	<i>shove</i>
schießen	schoß	geschossen	<i>shoot</i>
schlafen (schläft)	schlief	geschlafen	<i>sleep</i>
schlagen (schlägt)	schlug	geschlagen	<i>strike</i>
schleifen	schliff	geschliffen	<i>whet</i>
schließen	schloß	geschlossen	<i>close</i>
schlingen	schlang	geschlungen	<i>twist or devour</i>
schmelzen (schmilzt)	schmolz	geschmolzen	<i>melt</i>
schneiden	schnitt	geschnitten	<i>cut</i>
schreiben	schrieb	geschrieben	<i>write</i>
schreien	schrie	geschrien	<i>cry</i>
schreiten	schritt	geschritten	<i>stride</i>
schweigen	schwie	geschwiegen	<i>be silent</i>
schwimmen	schwamm	geschwommen	<i>swim</i>
schwinden	schwand	geschwunden	<i>dwindle</i>
schwingen	schwang	geschwungen	<i>swing</i>
sehen (sieht)	sah	gesehen	<i>see</i>
senden	sendete or sandte	gesendet or gesandt	<i>send</i>
sieden	sott	gesotten	<i>boil (intrans.)</i>
singen	sang	gesungen	<i>sing</i>
sinken	sank	gesunken	<i>sink</i>
sitzen	saß	gesessen	<i>sit</i>
spinnen	spann	gesponnen	<i>spin</i>
sprechen (spricht)	sprach	gesprochen	<i>speak</i>
sprießen	sproß	gesprossen	<i>sprout</i>
springen	sprang	gesprungen	<i>spring or burst</i>

INFINITIVE	IMPERFECT	PAST PART.	ENGLISH
stechen (sticht)	stach	gestochen	<i>prick</i>
stehen	stand	gestanden	<i>stand</i>
steigen	stieg	gestiegen	<i>climb</i>
sterben (stirbt)	starb	gestorben	<i>die</i>
stinken	stank	gestunken	<i>stink</i>
stoßen (stößt)	stieß	gestoßen	<i>thrust</i>
streichen	strich	gestrichen	<i>extend or touch</i>
streiten	stritt	gestritten	<i>fight</i>
tragen (trägt)	trug	getragen	<i>carry</i>
treffen (trifft)	traf	getroffen	<i>hit</i>
treiben	trieb	getrieben	<i>drive</i>
treten (tritt)	trat	getreten	<i>tread</i>
trinken	trank	getrunken	<i>drink</i>
tun (tut)	tat	getan	<i>do</i>
verderben (verdirbt)	verdarb	verdorben	<i>spoil</i>
vergessen (vergisst)	vergaß	vergessen	<i>forget</i>
verlieren	verlor	verloren	<i>lose</i>
verlöschen (verlischt)	verlosch	verloschen	<i>extinguish</i>
wachsen (wächst)	wuchs	gewachsen	<i>grow</i>
waschen (wäscht)	wusch	gewaschen	<i>wash</i>
weichen	wich	gewichen	<i>yield</i>
weisen	wies	gewiesen	<i>show</i>
wenden	wendete or wandte	gewendet or gewandt	<i>turn</i>
werben (wirbt)	warb	geworben	<i>sue</i>
werfen (wirft)	warf	geworfen	<i>throw</i>
wiegen	wog	gewogen	<i>weigh</i>
winden	wand	gewunden	<i>wind</i>
wissen (weiß)	wußte	gewußt	<i>know</i>
ziehen	zog	gezogen	<i>draw, pull</i>
zwingen	zwang	gezwungen	<i>force</i>

APPENDIX III

ALPHABETICAL LIST OF PREPOSITIONS, SHOWING THE
CASES OF THE NOUNS THEY GOVERN

(See explanation, Appendix Ia, Note (c).)

PREPOSITION	TRANSLATION	CASE
an	<i>on, at</i>	Acc. or Dat.
auf	<i>on, on to</i>	Acc. or Dat.
aus	<i>out of</i>	Dat.
ausser	<i>outside, besides</i>	Dat.
bei	<i>near by</i>	Dat.
binnen	<i>within</i>	Dat.
durch	<i>through</i>	Acc.
entgegen	<i>towards</i>	Dat.
für	<i>for</i>	Acc.
gegen	<i>against</i>	Acc.
gegenüber	<i>opposite</i>	Dat.
gemäß	<i>according to</i>	Dat.
hinter	<i>behind</i>	Acc. or Dat.
in	<i>in, into</i>	Acc. or Dat.
innerhalb	<i>inside</i>	Gen.
mit	<i>with</i>	Dat.
nach	<i>after, to, towards,</i> <i>according to</i>	Dat.
neben	<i>beside</i>	Acc. or Dat.
ohne	<i>without</i>	Acc.
samt	<i>along with</i>	Dat.
seit	<i>since</i>	Dat.
selbst	<i>along with</i>	Dat.
statt	<i>instead of</i>	Gen.
trotz	<i>in spite of</i>	Gen.
über	<i>over, across</i>	Acc. or Dat.
um	<i>round, about, for, at</i> <i>(time)</i>	Acc.
um — willen	<i>for the sake of</i>	Gen.
unter	<i>under</i>	Acc. or Dat.
unweit	<i>not far from</i>	Gen.
während	<i>during</i>	Gen.
wegen	<i>on account of</i>	Gen.

PREPOSITION	TRANSLATION	CASE
—wider	<i>against</i>	Acc.
—von	<i>of, from, by</i>	Dat.
—vor	<i>before, ago,</i> <i>with, for</i>	Dat. Acc.
—zu	<i>to, at</i>	Dat.
—zwischen	<i>between</i>	Acc. or Dat.

APPENDIX IV

GERMAN ABBREVIATIONS

ABBREVIATION	GERMAN EXPRESSION	ENGLISH EQUIVALENT
a.a.O . . .	am angegebenen Ort	<i>in the place cited</i> <i>(ibid.)</i>
allgem. . .	allgemein	<i>general</i>
Anm. . .	Anmerkung	<i>note</i>
Bd. . .	Band	<i>volume</i>
Ber. . .	Berichte	<i>report (e.g. of Germ.</i> <i>Chem. Soc).</i>
betr. . .	betreffend	<i>concerning</i>
bzw. . .	beziehungsweise	<i>or, respectively</i>
C. . .	Celsius	<i>degree centigrade</i>
ca. . .	circa	<i>about</i>
chem. . .	chemisch	<i>chemical</i>
ccm . . .	Kubikzentimeter	<i>cubic centimetre</i>
dgl. . .	dergleichen	<i>the like</i>
d.h. . .	das heisst	<i>that is, i.e.</i>
d.i. . .	das ist	<i>that is, i.e.</i>
einschl. . .	einschliesslich	<i>inclusive</i>
entspr. . .	entsprechend	<i>corresponding</i>
evtl. . .	eventuell	<i>perhaps</i>
g . . .	Gramm	<i>gram</i>
Gew. . .	Gewicht	<i>weight</i>
kg . . .	Kilogram	<i>kilogram</i>
km . . .	Kilometer	<i>kilometer</i>
l . . .	Liter	<i>litre</i>
lösl. . .	löslich	<i>soluble</i>

ABBREVIATION	GERMAN EXPRESSION	ENGLISH EQUIVALENT
m . . .	Meter	<i>meter</i>
mm . . .	Millimeter	<i>millimeter</i>
P.S. . . .	Pferdestärke	<i>horsepower</i>
resp. . . .	respective	<i>respectively</i>
s.	siehe	<i>see</i>
S.	Seite	<i>page</i>
s.S.	siehe Seite	<i>see page</i>
sog., or sogen.	sogenannt	<i>so called</i>
spez. . . .	spezifisch	<i>specific</i>
Tln.	Teilen	<i>parts</i>
u.a.	unter anderen	<i>among others</i>
usw., u.s.w.	und so weiter	<i>and so forth, etc.</i>
verd. . . .	verdünnt	<i>diluted</i>
vgl.	vergleiche	<i>compare</i>
wiss. . . .	wissenschaftlich	<i>scientific</i>
z.B.	zum Beispiel	<i>for example</i>
z.T.	zum Teil	<i>partly</i>
Ztschr. . . .	Zeitschrift	<i>journal</i>
z.Z.	zur Zeit	<i>at present, acting</i>

APPENDIX V

SPECIMEN GERMAN PASSAGES FROM RECENT B.Sc. EXAMINATIONS

Chemistry

B.Sc. Special—1939, University of London. (Internal.)

Translate the following passage into English :

Die Reihe der Säurechloride fängt erst mit dem Acetylchlorid an, denn alle Versuche zur Gewinnung eines Formylchlorids sind bisher erfolglos geblieben. Dasselbe scheint nicht existenzfähig zu sein; in den Reactionen, die zu seiner Bildung führen sollten, erhielt man vielmehr seine Zerfallsprodukte: Kohlenoxyd und Salzsäure. Das Acetylchlorid

und seine niederen Homologen sind bewegliche farblose Flüssigkeiten von sehr stechendem Geruch, die an der Luft stark rauchen, da die Luftfeuchtigkeit sie unter Bildung von Salzsäure verändert. Sie sind unzersetzt destillierbar. Wie der Siedepunkt der Alkylchloride weit unter demjenigen der entsprechenden Alkohole liegt, so sind auch die Säurechloride stets weit leichter flüchtig als die zugehörigen freien Säuren ; der Eintritt des Chloratoms an Stelle der Hydroxylgruppe führt in beiden Fällen eine erhebliche Herabsetzung der Siedetemperatur herbei.

B.Sc. General—1939, University of London. (Internal.)

Translate the following passage into English :

Das Anhydrid der Ameisensäure konnte bisher ebensowenig wie das Chlorid gewonnen werden. Die Anhydride der Essigsäure und ihrer niederen Homologen sind farblose, destillierbare Flüssigkeiten von scharfem Geruch, die in Wasser wenig löslich sind ; die hochmolekularen Anhydride sind feste, in Wasser unlösliche Substanzen. In Aether sind die Anhydride löslich. Ihr Siedepunkt liegt höher als derjenige der entsprechenden freien Säuren.

Essigsäureanhydrid hält sich in wenig kaltem Wasser längere Zeit als Oel und bildet mit etwa 9 Tln. kaltem Wasser eine klare Lösung, welche anfangs das unveränderte Anhydrid in reichlicher Menge enthält ; erst nach 1-2 Stunden hat es sich damit vollständig unter Bildung von Essigsäure umgesetzt.

B.Sc. Special—1938, University of London. (Internal.)

Die einfachsten aromatischen Amine sind flüssig, die höheren Glieder fest. Von Wasser werden sie meist schwer aufgenommen, die Löslichkeit wird aber durch den Eintritt weiterer Aminogruppen erhöht. Die Diamine sind schon ziemlich leicht, die Triamine noch besser löslich. Flüssige Amine besitzen schwach aromatischen Geruch.

Die Basität aromatischer Amine ist bedeutend schwächer als die der aliphatischen. Der Benzolrest, der die Acidität des Hydroxils verstärkt, so daß die Phenole stärkere Säuren als die Alkohole sind, schwächt umgekehrt den basischen

Character der Aminogruppe. Auf Ladung reagieren die Arylamine neutral; doch geben sie mit Mineralsäuren beständige Salze, die sich allerdings in Wasser mit saurer Reaction lösen, also teilweise hydrolitisch dissoziiert sind. Auf das Entstehen solcher Salze ist es zurückzuführen, daß die Amine trotz ihrer geringen Basität aus Metallsalzlösungen Metallhydroxide fällen, indem sie die durch Hydrolyse der Metallsalze erzeugte Säure binden und damit fortschreitende Neubildung von Hydroxyd veranlassen.

B.Sc. Special 1937, University of London. (Internal.)

20 g käufliches Phenylhydrazin werden in 200 g Salzsäure vom spez. Gew. 1.19 eingegossen und das abgeschiedene Salz in der Flüssigkeit gleichmäßig verteilt. Man kühlt nun auf 0° ab und läßt unter starker Bewegung der Flüssigkeit in 10-15 Minuten 22,5 g Brom eintropfen. Dasselbe verschwindet sofort und das suspendierte Phenylhydrazinchlorhydrat geht zum Teil als Diazokörper in Lösung, zum anderen Teil verwandelt es sich in das ebenfalls sehr schwer lösliche p-Bromophenylhydrazinchlorhydrat. Das letztere wird nach 24 Stunden auf Glaswolle mit der Saugpumpe filtriert und mit wenig kalter, starker Salzsäure gewaschen, dann in Wasser gelöst und durch Natronlauge zersetzt. Die Base scheidet sich dabei in festen, krystallinischen Flocken ab, welche mit Aether extrahiert und nach Verdampfen des letzteren aus heißem Wasser umkrystallisiert werden. Die salzsaure Mutterlauge enthält Bromdiazobenzolchlorid, wie später bewiesen wird.

B.Sc. Special 1936, University of London. (Internal.)

Nach einer von Kopp stammenden Methode werden je 165 g rohes salzsaures Nitrosodiäthylanilin in einer kupfernen, mit zwei Tuben und Feuerungsmantel versehenen Flasche von 12 liter Inhalt mit einer heißen Lösung von 180 g Aetznatron in 7,5 liter Wasser übergossen und auf großen Flammen abdestilliert. Das Destillat geht durch eine kleine bleierne Kühlschlange und wird dann in zwei durch ein weites, beiderseitig eintauchendes Verbindungsrohr zusammenhängenden, mit 100 ccm rauchender Salzsäure beschickten Woulffschen Flaschen aufgefangen. In 2-3 Stunden ist das Diäthylamin

vollständig übergegangen und man kann den Kessel entleeren und neu beschicken. Die vereinigten Destillate werden zur Trockene gedampft, wobei salzsaures Diäthylamin, mit etwas salzsaurem Nitrosodiäthylamin verunreinigt, hinterbleibt. Zur völligen Reinigung wird das Salz aus einer Retorte mit angeschmolzenem Rückflußrohr nochmals mit Natronlauge destilliert und die freie Base in Salzsäure aufgefangen.

B.Sc. Special—1935, University of London. (Internal.)

An Stelle der Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten erscheinen hiermit zwei neue, experimentell aus ihren Temperaturkoeffizienten bestimmbare Größen, die Aktivierungsenergie und Aktionskonstante. Ist eine experimentelle Bestimmung dieser Größen nicht durchgeführt, so wird ein unmittelbarer Vergleich der Geschwindigkeitskonstanten verschiedener Reaktionen nur dann statthaft sein, wenn man Grund zu der Annahme hat, daß eine der beiden Veränderlichen, als deren Funktion K erscheint, für beide Reaktionen nahezu denselben Wert hat. Man kann danach zwei Gruppen von Reaktionen unterscheiden, für die bereits der unmittelbare Vergleich von K . Schlüsse gestattet :

(a) Reaktionen, deren Geschwindigkeiten sich hauptsächlich infolge verschiedener Aktivierungsenergien unterscheiden.

(b) Reaktionen, deren Geschwindigkeit hauptsächlich durch die in der Aktionskonstante steckenden Faktoren bestimmt ist, während ihre Aktivierungsenergien nahezu gleich sind.

Physics

B.Sc. Special 1939, University of London. (Internal.)

Translate into English the following passage, and supply the figure to which reference is made, with some comment :

Die Bestimmung der Volumenänderung bei hohen Drucken

Bridgman hat dieselbe Methode bis zu $12,000 \text{ kg/cm}^2$ angewandt, indem er dem Kolben die Form der Figur gab. Der Kolben P ist 10 cm lang, hat einen Durchmesser von 1,3 cm und besteht aus gehärtetem Chromnickelstahl.

Er schiebt vor sich den Ring R , aus demselben Material, der auf den Ring C aus weichem Stahl drückt, unter dem die Dichtung B aus Gummi liegt. Durch diese Vorrichtung wird auf die Flächeneinheit der Dichtung C und B ein größerer Druck ausgeübt als auf die Flächeneinheit der Stirnfläche des Kolbens A . Dieses ist die wesentlichste Verbesserung Bridgmans.

Den Druck maß er durch Bestimmung der Widerstandsänderung eines Drahtes, dessen Enden mit dem druckfesten Zylinder und einem in diesen isoliert eingeführten Draht verbunden waren.

B.Sc. General—1939, University of London. (Internal.)

Translate into English and comment upon the following passage :

Die α -Strahlen sind die beim spontanen Zerfall abgestoßenen Heliumkerne (Atomgewicht 4), von denen jeder einzelne eine Ladung von zwei positiven Elementarquanten, also $2 \times 4,8 \times 10^{-10} = 9,6 \times 10^{-10}$ stat. Einheiten mitführt. Größe und Vorzeichen ihrer Ladung sowie ihre Masse werden dadurch erkannt, daß sie als bewegte Träger von Elektrizität im transversalen magnetischen und elektrischen Feld Ablenkungen erleiden, deren Richtung und Ausmaß von obigen Eigenschaften abhängt. Der Nachweis ihrer Heliumnatur glückte durch den experimentellen Befund über die Helium-Entwicklung α -strahlender Substanzen. Ihre Geschwindigkeit variiert mit der Natur des Strahlers und ist von der Größenordnung 10^9 cm sec.⁻¹.

B.Sc. Special—1938, University of London. (Internal.)

RAUMAKUSTIK. Die raumakustischen Erscheinungen lassen sich in zwei Gruppen einordnen. Die erste Gruppe bilden die Echoeffekte, wie sie durch Reflexion eines Schallstrahles an einer, oder auch an mehreren, einzeln lokalisierbaren Begrenzungsflächen des Raumes zustande kommen. Für die zweite Gruppe von Erscheinungen ist nicht der Ablauf eines einzelnen Reflexionsvorganges, insbesondere auch nicht der geometrische Verlauf von Schallstrahlen in einzelnen, sondern das Zusammenwirken

einer großen Anzahl von Reflexions- und Absorptionsprozessen an den verschiedensten Begrenzungsflächen des Raumes von Bedeutung. Die Gesamtheit all dieser Einzelprozesse bedingt die Art, wie Schall in einem Innenraum beim Einschalten der Schallquelle anklingt und wie er nach Aussetzen der Quelle ausklingt. Diese Erscheinungen lassen sich unter dem Titel „Schallabsorption, Nachhall“ zusammenfassen.

B.Sc. Special—1938, University of London. (External.)

Thomson entwickelt im Anschluß an die Clapeyronsche Arbeit den Gedanken, eine absolute Temperaturmessung durchzuführen, d.h. er versucht das erste Mal eine Temperaturskala festzulegen, die von jeder speziellen thermometrischen Substanz unabhängig ist. Der Befund Carnots, daß der Wirkungsgrad sämtlicher idealer Wärmekraftmaschinen der gleiche ist, schien ihm hierzu eine geeignete Grundlage zu bilden; er schlug daher zunächst vor, in der Gleichung

$$\eta = \frac{dA}{Q} = \frac{dT}{f(T)} = \mu dT$$

die Größe μ der gesuchten Temperaturskala proportional zu setzen. Da sich indessen herausstellte, dass auf diese Weise keine Uebereinstimmung mit dem Gasthermometer zu gewinnen war, änderte Thomson seinen ursprünglichen Vorschlag später ab und setzte: $\mu \sim 1/T$.

B.Sc. Special—1937, University of London. (Internal.)

Eine Expansion ohne äußere Arbeit stellt aber auch die Diffusion zweier Gase dar. Entfernen wir in einem Gefäß die Scheidewand, welche zwei Gase voneinander trennt, so dehnt sich jedes auf das Volumen des ganzen Gefäßes aus, indem den Molekeln jedes der beiden Gase nun der ganze Raum zur Verfügung steht. Dieser Vorgang ist nach dem zweiten Hauptsatz nicht rückgängig zu machen, ohne Arbeit aufzuwenden. Dabei ist die Wärme nur indirekt in Spiel, da ja gar keine Temperaturänderungen vorkommen. Aber gerade der Prozeß der Diffusion wirft ein helles Licht auf den Sinn des zweiten Hauptsatzes.

B.Sc. Special—1936, University of London. (External.)

Die Kenntnis der Ausdehnung keramischer Materialien ist für die Technik von grosser Wichtigkeit wegen der Verwendung dieser Materialien zu Öfen bei hohen Temperaturen. Ein Material ist nur brauchbar wenn es keine große Ausdehnung erleidet, sonst treten bei Heizungen starke Spannungen auf, die das Material nicht auszuhalten vermag. Am gleichmässigsten verhalten sich Gläser, Porzellane und Marmor, die vielfach bis zu hohen Temperaturen untersucht worden sind.

B.Sc. Special—1936, University of London. (External.)

Poröse Körper vermögen relativ große Gasmengen aufzunehmen und festzuhalten. Dieselbe hängt von dem äußeren Druck und der Temperatur ab. Es stellt sich somit zwischen der Gasphase und der festen Oberfläche ein echtes und zwar divariantes Gleichgewicht her, das durch eine Funktion von der Gestalt $f(T_p)$ gekennzeichnet ist. In der Regel verfolgt man diese Gleichgewicht zunächst bei konstanter Temperatur und untersucht $f(p)_T$. Diese charakteristische Funktion bezeichnet man als Adsorptionsisotherme. Man macht das Absorbens durch kräftiges Erwärmen im Vakuum gasfrei, dann bringt man es auf die gewünschte Temperatur und läßt nun das Gas aus einem abgeschlossenen Volumen auf das Absorbens einwirken. Die Differenz zwischen dem Anfangs- und Enddruck liefert die adsorbierte Gasmenge.

B.Sc. Special—1934, University of London. (Internal.)

Den Ausgangspunkt des Wienschen Verschiebungsgesetzes bildet folgender Satz. Wenn die in einem vollständig evakuierten Hohlraum mit absolut reflektierenden Wänden enthaltene schwarze Strahlung adiabatisch und unendlich langsam komprimiert oder dilatiert wird, so behält die Strahlung stets den Charakter der schwarzen Strahlung bei.

APPENDIX VI

THE LITTLE MATCH-GIRL

(English version of *Das kleine Mädchen mit den Schwefelhölzern*, after Hans Andersen)

It was very cold ; it was snowing and it was growing quite dark. In this cold and darkness a poor little girl was walking. The poor little one went along on naked tiny feet, which were red and blue with cold. She was holding a lot of matches in an old cloth and she had a bundle of them in her hands. Nobody had bought from her the whole day. The snow-flakes kept falling on to her long fair hair. Light was shining out of all the windows. It was the last evening in the year, New Year's Eve.

In a corner between two houses she sat down. She dared not go home, for she had not sold a single match, had not got a single pfennig. Her father would beat her ; and it was so cold at home, too. They had only the roof above their heads, and the wind blew through it. Her little hands were almost dead with cold. Ah ! A tiny little match would do good. If only she dared pull one out of the bundle, strike it against the wall and warm her fingers ! Quick ! How it sparkled ! how it burned ! It was a warm clear flame just like a little candle when she held her hands over it.

It was a wonderful light it seemed to the little girl as if she were sitting in front of a large iron stove with bright brass knobs. The fire warmed and burned so nicely. But what was that ? The little girl had already begun to stretch out her feet to warm them also when out went the flame. The stove vanished. She was sitting there with a little remnant of burnt-out match in her hand. A second match was struck. It burnt, it shone, and the spot where the light fell upon the wall became transparent like glass. She saw right into the room, where the laden table stood. A white cloth was spread over it and on that was fine porcelain, and the roast goose stuffed with apples was steaming beautifully. The best thing about it all was that the goose sprang from

the dish and waddled through the room with the knife and fork in its back. It came straight towards the poor little girl. Then the match went out, and there was only the big cold wall to be seen.

She struck a fresh match. Then she was sitting beneath the loveliest Christmas tree. It was even larger and better decorated than the one she had seen through the glass door at the rich merchant's last Christmas. A thousand candles were burning on the green branches and coloured pictures looked down upon her. The little girl stretched out both her hands—then the match went out; the many Christmas candles rose higher and higher; she saw that they were now bright stars in heaven. One star fell and made a long streak of fire in the sky. "Some one's dying now!" said the little girl, for old grandmother, who was the only one that had been kind to her, and who was now dead, had told her "When a star falls from heaven, a soul flies forth to God."

Once more she struck a match. It shone all round about, and in the radiance stood the old grandmother, so clear and bright, so gentle and loving. "Grandmother," cried the little girl, "oh, take me with you! I know you will be gone when the match goes out—gone just like the poor stove, the roast goose, and the large beautiful Christmas tree," and she hastily struck all the rest of the matches in the bundle. She wanted to keep her grandmother by her a long time in this way. The matches shone with such a radiance that it was brighter than broad daylight. Never before had grandmamma been so beautiful and tall. She took the little girl in her arms and they flew to heaven. And up there, there was no cold, no hunger, no fear—they were with God.

But in the corner by the house in the cold hour of morning sat the little girl with red cheeks and a smile about her mouth—dead, frozen to death on the last evening of the year. The New Year's sun rose above the little body. There she was sitting with the matches, of which a bundle was almost burnt up. "She had tried to warm herself," they said. Nobody knew what beautiful things she had seen, nor in what glory she had gone with the old grandmother into her New Year's joy.

APPENDIX VII

DAS DEUTSCHE ALPHABET

A	a	Ⓐ	ⓐ	J	j	Ⓐ	ⓐ	S	s	ſ	or s (final)
B	b	Ⓑ	ⓑ	K	k	Ⓚ	Ⓚ		ss	ſſ	or ſſ
C	c	Ⓒ	ⓒ	L	l	Ⓛ	Ⓛ	T	t	Ⓣ	t
D	d	Ⓓ	ⓓ	M	m	Ⓜ	Ⓜ	U	u	Ⓤ	u
E	e	Ⓔ	ⓔ	N	n	Ⓝ	Ⓝ	V	v	Ⓥ	v
F	f	Ⓕ	ⓕ	O	o	Ⓞ	Ⓞ	W	w	Ⓦ	w
G	g	Ⓖ	ⓖ	P	p	Ⓟ	Ⓟ	X	x	Ⓝ	x
H	h	Ⓗ	ⓗ	Q	q	Ⓠ	Ⓠ	Y	y	Ⓨ	y
I	i	Ⓘ	ⓢ	R	r	Ⓡ	Ⓡ	Z	z	Ⓩ	z

Aus: Die Naturwissenschaft auf dem Wege zur Religion
von Bernhard Bavink

Nun haben aber die elektrischen und magnetischen Felder die sonderbare Eigenschaft, daß sie auch im sogenannten leeren Raume existieren, ja daß sie sich sogar nur durch diesen hindurch völlig ungestört ausbreiten. Wer am mechanistischen Bilde klebt, wird deshalb immer wieder versuchen, diesem leeren Raume zunächst sozusagen eine Füllung mit irgendeiner Substanz zuzuschreiben, damit dann zweitens in oder an dieser jener Zustand existieren könne, den wir das „Feld“ nennen.

Aus: Die Naturwissenschaft auf dem Wege zur Religion
von Bernhard Bavink

Nun haben aber die elektrischen und magnetischen Felder die sonderbare Eigenschaft, daß sie auch im sogenannten leeren Raume existieren, ja daß sie sich sogar nur durch diesen hindurch völlig ungestört ausbreiten. Wer am mechanistischen Bilde klebt, wird deshalb immer wieder versuchen, diesem leeren Raume zunächst sozusagen eine Füllung mit irgendeiner Substanz zuzuschreiben, damit dann zweitens in oder an dieser jener Zustand existieren könne, den wir das „Feld“ nennen.

PART II

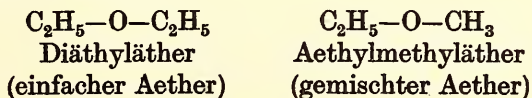
CHEMISTRY PASSAGES

I

AETHER

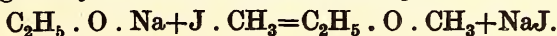
(Aus *Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie*,
von Julius Schmidt)

Die Aether sind die Oxyde der Alkoholradikale, also den Metalloxyden an die Seite zu stellen. Wie die letzteren als die Anhydride der Metallhydroxyde, so kann man die ersteren auch als die Anhydride der Alkohole betrachten. Je nachdem die beiden an das Sauerstoffatom gebundenen Alkoholradikale gleich oder verschieden sind, unterscheidet man einfache und gemischte Aether.



Sie können dargestellt werden :

1. Durch Einwirkung der Natriumalkoholate auf die Halogenalkyle in alkoholischer Lösung



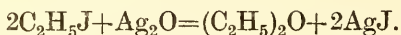
Aus dieser Synthese von Williamson ergibt sich die eben erörterte Struktur der Aether.

2. Durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Alkohole. Diese Bildungsweise, auf welche wir weiter unten näher eingehen werden, ist praktisch von großer Bedeutung.

3. Sabatier und Mailhe haben eine allgemein anwendbare Darstellungsmethode für Ester und Aether ausgearbeitet, welche auf der katalytischen Wirkung einiger Metalloxyde beruht. Hierbei bildet sich als Zwischenprodukt ein unbeständiges Metallalkoholat. Leitet man Dämpfe von Aethylalkohol bei Temperaturen zwischen 240° und 260° über gefällte Tonerde, so verläuft die Reaktion nicht unter Bildung von Aethylen: $C_2H_5OH = H_2O + C_2H_4$, sondern sie erstreckt sich auf 2 Moleküle Aethylalkohol: $2C_2H_5OH = H_2O + (C_2H_5)_2O$. Der Methyläther CH_3OCH_3 entsteht noch leichter durch Überleiten von Methylalkoholdämpfen über Tonerde bei $250^{\circ} C$, weil der Methylalkohol nicht in einen Aethylenkohlenwasserstoff zerfallen kann. Das unbeständige Alkoholat $(CH_3O)_6Al_2$ geht sogleich in $Al_2O_3 + 3(CH_3)_2O$ über. Außer gefällter Tonerde läßt sich auch Titanoxyd TiO_2 , Thoroxyd ThO_2 sowie das blaue Wolframoxyd W_2O_5 als Katalysator verwenden.

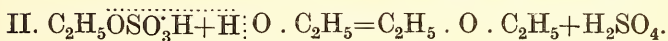
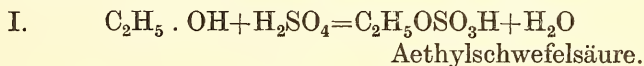
Es liegt hier ein weiteres Beispiel dafür vor, zu welchen einfachen und bequemen Synthesen die Anwendung der katalytischen Metalloxyde in der Neuzeit geführt hat (Synthese von Aethylenkohlenwasserstoffen, Aldehyden, Ketonen, Thioalkoholen, primären und sekundären Aminen). Die Metalloxyde sind also sehr wirksame Hilfsmittel für katalytische Umwandlungen in der organischen Chemie!

4. Bei der Umsetzung der Halogenalkyle mit Silberoxyd.



Die Aether sind neutrale, in Wasser wenig lösliche, leicht flüchtige Verbindungen, im allgemeinen wenig reaktionsfähig, gegen Säuren und Alkalien recht beständig. Die weitaus wichtigste und bekannteste Verbindung der ganzen homologen Reihe ist der

AETHYLÄTHER, $(C_2H_5)_2O$, meist kurzweg Aether genannt. Er wird technisch und im Laboratorium durch Erhitzen einer Mischung von neun Gewichtsteilen konzentrierter Schwefelsäure mit fünf Gewichtsteilen Alkohol von 90% auf 135°-140° dargestellt. Hierbei destillieren Aether und Wasser über, und man läßt kontinuierlich Alkohol in den Destillierkolben zufließen, weil die Schwefelsäure stets regeneriert wird. Der Prozeß verläuft nämlich nach der Theorie von Williamson entsprechend folgenden Gleichungen:



Den so erhaltenen Aether behandelt man zur Befreiung von Wasser, Alkohol und Schwefeldioxyd längere Zeit mit gebranntem Kalk und destilliert ihn von diesem aus einem Wasserbade bei ca. 50° ab. Um die letzten Mengen Alkohol zu entfernen, wird er dann wiederholt mit wenig Wasser durchgeschüttelt, über Chlorcalcium getrocknet und schließlich über Natrium destilliert.

Eigenschaften und Anwendungen: Der Aethyläther ist eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit von charakteristischem Geruch, die bei 35,6° siedet und bei -113° schmilzt. Spezifisches Gewicht bei 0°=0,736. Mit Alkohol mischt er sich in jedem Verhältnis, in Wasser hingegen ist er wenig löslich; bei 25° löst sich 1 Vol. in ca. 11 Vol. Wasser; anderseits löst sich auch Wasser in geringer Menge in Aether auf (2 Vol. Prozent bei

12°). Eine große Anzahl der in Wasser unlöslichen Kohlenstoffverbindungen, wie Kohlenwasserstoffe, Fette usw. sind in Aether löslich, weshalb derselbe große Bedeutung als Lösungsmittel besitzt. Aether ist sehr leicht entzündlich und brennt mit leuchtender Flamme; mit Luft bilden seine Dämpfe ein explosives Gemenge. Bei andauerndem Einatmen bewirkt er Bewußtlosigkeit und Empfindungslosigkeit; er wird daher in ähnlicher Weise wie Chloroform zum Hervorrufen der Narkose bei schmerzhaften chirurgischen Operationen verwendet.

man, see § 18

die ... Alkoholradikale, see § 16

einfach, *simple, single*, see § 7

darstellen, *to prepare*

das Natrium, *sodium*

die Weise, *method, manner*

fällen, *to precipitate*

die Tonerde, *alumina*

*verlaufen, *to proceed*

der Wasserstoff, *hydrogen*

*zerfallen, *to decompose*

das Beispiel, *example*

die Umwandlung, *transformation*

die Gleichung, *equation*

den ... Aether, see § 16

behandeln, *to treat*

der Kalk, *lime*

das Mittel, *means, agent*

II

DARSTELLUNG VON PH_3 , AsH_3 , SbH_3 UND BiH_3

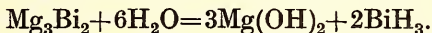
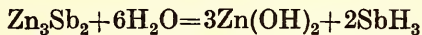
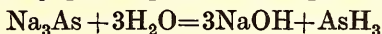
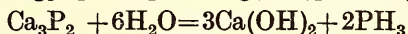
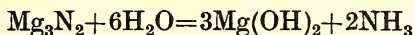
(Aus *Anorganische Chemie*, von Fr. Ephraim)

Von den Methoden zur Darstellung des Ammoniaks sind auf diejenige des PH_3 , AsH_3 , SbH_3 und BiH_3 nur zwei ohne weiteres übertragbar: die Reduktion mittels naszierendem Wasserstoffs und die Hydrolyse der Metallphosphide, -arsenide, -antimonide und -bismutide.

Die Reduktion mittels naszierenden Wasserstoffs wird in der Weise ausgeführt, daß irgendwelche löslichen

Verbindungen des Phosphors, Arsens, oder Antimons in saurer Lösung mit säurelöslichem Metall, meist Zink, behandelt werden. So dargestellt entweichen die Wasserstoffverbindungen gemeinsam mit dem stets sehr bedeutenden Ueberschuß des ungenutzt bleibenden Wasserstoffs, dem sie nur zu geringem Bruchteil beigemischt sind. Obgleich es praktisch nicht unmöglich ist, die Reduktion zu AsH_3 quantitativ zu vollziehen, wird die Umwandlung unter Umständen dadurch erschwert, daß das Zink das edlere Arsen oder Antimon teilweise aus der Lösung ausfällt, das sich dann elementar abscheidet und schwer oder garnicht mehr angegriffen wird; elementarer weißer Phosphor liefert dagegen bei Gegenwart von Zink und Säure noch Phosphorwasserstoff.

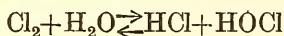
Die Hydrolyse der Metallphosphide, -arsenide, -antimonide und -bismutide, derjenigen der Nitride vergleichbar, führt schneller und mit besserer Ausbeute zum Ziel. Sie ist die beste Methode zur Darstellung :



Diese Hydrolyse vollzieht sich bei den Alkaliverbindungen meist schon durch Wasser, bei denen der Erdalkalien und besonders der Schwermetalle wird sie vorteilhaft durch Säure unterstützt, die das entstehende Metallhydroxyd ablöst. Die entstehenden Gase sind bei Zersetzung mit Wasser praktisch frei von Wasserstoff, muß sie mit Säuren vollzogen werden, so enthalten sie solchen in größerer oder geringerer Menge. Wismutwasserstoff ist z.B. nur immer in Mengen von einigen

Promille dem als Hauptprodukt entstehenden Wasserstoff beigemischt. (PANETH und WINTERNITZ, Ber. 51, 1728, [1918].) Durch Kondensation in Kältemischungen kann man dann die Gase vom Wasserstoff trennen.

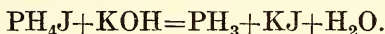
Schließlich sind noch für den Phosphorwasserstoff einige spezielle Darstellungsweisen anzuführen, die bei den übrigen Wasserstoffverbindungen dieser Gruppe keine Analogie haben. Ähnlich der Hydrolyse des Chlors, die zu dessen Wasserstoffverbindung und einer sauerstoffhaltigen Säure führt :



vollzieht sich diejenige des Phosphors ; es bildet sich dabei dessen Wasserstoffverbindung, PH_3 , und die niedrigste seiner Säuren, die unterphosphorige, H_3PO_2 . Ganz wie beim Chlor vollzieht sich diese Reaktion in neutraler Lösung schwieriger, als wenn man die entstehenden H Ionen durch Alkali abfängt ; man erhitzt daher den (gelben) Phosphor mit Kalilauge. Eine weitere, an die Zersetzung der Chlorverbindungen erinnernde Darstellungsweise ist diejenige durch Erhitzen von Säuren mittlerer Oxydationshöhe, H_3PO_2 oder H_3PO_3 , oder deren Salzen, die dabei in gekoppelter Reaktion in ein sauerstoffärmeres und ein sauerstoffreicheres Glied zerfallen. Wie Chlorat beim Erhitzen Chlorid und Perchlorat ergibt, so spaltet sich Hypophosphit in Phosphat und Phosphorwasserstoff.

Bei allen diesen Reaktionen erhält man jedoch den Phosphorwasserstoff PH_3 niemals rein, sondern stets mit den anderen Phosphorwasserstoffen, besonders mit P_2H_4 , verunreinigt. Diese Verunreinigung erteilt ihm die Eigenschaft der Selbstentzündlichkeit an der Luft, und man muß sie entweder durch starkes Belichten entfernen oder durch lösende Chemikalien (Alkohol)

zurückhalten, oder auch durch Kühlung in einem Kältebade den Dampf des flüssigen P_2H_4 zur Kondensation bringen. Ganz rein erhält man PH_3 durch Zersetzung des Phosphoniumjodides mit Kalilauge :



Wie Basen aus Ammoniumsalzen Ammoniak freimachen, so setzen sie aus Phosphoniumsalzen PH_3 in Freiheit, selbst noch leichter, da einerseits PH_3 in Wasser viel schwerer löslich ist als NH_3 , andererseits die Dissoziationsfähigkeit der Phosphoniumverbindungen in PH_3 und Säure größer ist als die entsprechende der NH_3 -Verbindungen. In wässriger Lösung, d.h. in Verdünnung, ist die Dissoziation des PH_4J bei Zimmertemperatur schon so weit vorgeschritten, daß das Löslichkeitsprodukt des PH_3 bereits überschritten ist.

sauer, *acid*
 der Ueberschuß, *excess*
 ausfällen, *to precipitate*
 *abscheiden, *to separate*
 zersetzen, *to decompose*
 Haupt-, *main . . . , chief . . .*

kann man, *see § 18*
 trennen, *to separate*
 die Kalilauge, *potash lye*
 eine . . . Darstellungsweise . . . ,
see § 16

III

CHININ UND CINCHONIN

(Aus *Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie*,
 von Julius Schmidt)

Von verschiedenen, besonders in Bolivia und Peru vorkommenden Cinchonaarten stammt die sog. China-
 rinde her, die in Europa seit Mitte des 17. Jahrhunderts

als fiebertreibendes Mittel angewandt worden ist. Sie enthält außer einem Gerbstoff und der Chinasäure eine Reihe von Alkaloiden, die in chemischer Hinsicht nahe verwandt sind. Von denselben sind das Chinin, $C_{20}H_{24}N_2O_2$, als Hauptträger der Heilwirkung, und das Cinchonin, $C_{19}H_{22}N_2O$, die wichtigsten.

Das Chinin kristallisiert häufig mit drei Mol. Wasser, schmilzt wasserfrei bei 177° und bildet, aus Alkohol und Aether kristallisiert, seidenglänzende Nadeln. Es findet sich in der sog. Königsrinde, der gelben Calisayarinde bis zu 2 und 3%, reagiert alkalisch, schmeckt bitter und bildet als zweisäurige Base primäre und sekundäre Salze. Das Chinin ist eines unserer wertvollsten Heilmittel, besonders gegen intermittierende Fieber, wie Malaria, Sumpf- und Wechselfieber, ein Antidot gegen manche durch Mikroorganismen verursachte Infektionen.

Das Cinchonin begleitet das Chinin und findet sich namentlich in der grauen Chinarinde (*Cinchona Huanaco*) und zwar bis 2,5%. Es kristallisiert aus Alkohol in weißen Prismen, sublimiert im Wasserstoffstrom in Nadeln und schmilzt bei 255° . Gleich dem Chinin wirkt es fieberstillend, aber in geringerem Grade.

Chinin und Cinchonin sind gleichartig gebaut, so daß die Resultate, welche ihre Untersuchung geliefert, sich in vielen Punkten gegenseitig ergänzt haben. Vielfach waren die für das Cinchonin gewonnenen Gesichtspunkte ohne weiteres auch für das Chinin zutreffend. Es erscheint uns deshalb vorteilhaft, das Cinchonin und Chinin im Zusammenhange zu besprechen.

Beide Alkaloide wurden im Jahre 1820 von Pelletier und Caventou entdeckt, und man kann aus der Gesamtheit der bisher vorliegenden Untersuchungen ihre Konstitutionsformeln ableiten.

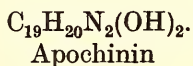
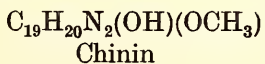
Das Cinchonin hat, wie bereits erwähnt, die Formel $C_{19}H_{22}N_2O$; die von Liebig bestimmte Zusammensetzung des wasserfreien Chinins ist $C_{20}H_{24}N_2O_2$; in der empirischen Zusammensetzung unterscheiden sich somit beide Basen dadurch, daß das Chinin um ein Kohlenstoff-, ein Sauerstoffatom und zwei Wasserstoffatome reicher ist als das Cinchonin.

Die beiden Stickstoffatome des Cinchonins und Chinins sind tertiär gebunden!

Von den zwei Sauerstoffatomen des Chinins gehört das eine einer Hydroxyl-, das andere einer Methoxylgruppe an.

Die Gegenwart der Hydroxylgruppe folgt, unter Berücksichtigung, daß Chinin eine zweifach tertiäre Base ist, aus verschiedenen Reaktionen. Schützenberger stellte ein Monobenzoylchinin, Hesse ein Monoacetylchinin, Skraup ein Silbersalz von der Zusammensetzung $C_{20}H_{23}AgN_2O_2$, dar.

Das Vorhandensein einer Methoxylgruppe wurde daraus gefolgert, daß sich beim Erhitzen des Alkaloids mit konzentrierter Salzsäure (unter gleichzeitiger Umlagerung) Chlormethyl abspaltet. Dabei entsteht als Reaktionsprodukt zunächst das Apochinin, welches eine diacetylierte Verbindung bildet und demnach zwei Hydroxyle enthalten muß.



Daß auch das Sauerstoffatom des Cinchonins in einem Hydroxyl enthalten ist, dafür sind ähnliche Tatsachen von Ausschlag, wie beim Chinin, z.B. daß das Cinchonin sich acylieren läßt.

Über die Stellung der Hydroxylgruppen, überhaupt den Bau des Moleküls der Chinabasen, haben die mit

denselben von Skraup, Königs und W. v. Miller durchgeführten Spaltungen Aufschluß gegeben.

SPALTUNG DES CHININS UND CINCHONINS DURCH KALISCHMELZE, SOWIE DURCH OXYDATION

Aus den Resultaten der Kalischmelze ergibt sich, daß dem Cinchonin ein Chinolin-resp. Lepidinrest zugrunde liegt, während das Chinin sich vom p-Methoxylepidin ableitet. Hiermit stehen auch die Ergebnisse der Oxydation der Chinaalkaloide in bestem Einklang.

Die Chinaalkaloide zerfallen bei der Oxydation mit schwefelsaurer Chromsäure in γ -Karbonsäuren des Chinolins resp. p-Methoxychinolins (Cinchonin- und Chininsäure) einerseits und in Derivate des Pyridins andererseits. Es war daraus zu schließen, daß im Molekül der Chinaalkaloide eine Verknüpfung von zwei Ringsystemen vorliege.

Die Karbonsäuren des Chinolins wurden bald als solche erkannt und aus dieser Erkenntnis das Vorhandensein eines Chinolinkernes in den Chinaalkaloiden („Chinolinhälfte der Chinaalkaloide“) abgeleitet.

Die Erforschung der Pyridinderivate (Cincholoiponin, Merochinen, Cincholoiponsäure, Loiponsäure) dagegen bot außerordentliche Schwierigkeiten und ist erst in neuerer Zeit gelungen. Infolgedessen wußte man auch lange nichts über die Konstitution jener Atomkomplexe, welche diese Pyridinderivate liefern, und bezeichnete sie nach Skraup kurz als die „zweite Hälfte“ der Chinaalkaloide. Wir werden aus folgendem sehen, es sind dies die Atomkomplexe $(C_{10}H_{16}NO)'$, welche im Cinchonin mit dem Chinolinrest $(C_9H_6N)'$, im Chinin mit dem p-Methoxychinolinrest $(CH_3O \cdot C_9H_5N)'$ verknüpft sind.

*anwenden, to apply
 gegen . . . Infektionen, see § 16
 die Untersuchung, investigation
 ableiten, to derive
 bestimmen, to determine

die Zusammensetzung, composition
 der Stickstoff, nitrogen
 das Kali, potash
 der Kern, nucleus
 die . . . Spaltungen, see § 16
 ist . . . gelungen, see § 18

IV

BESTIMMUNG DES CHLORS

(Aus *Handbuch der Quantitativen chemischen Analyse*,
 von A. Classen)

Das Chlor kann gewichtsanalytisch und maßanalytisch bestimmt werden; wenn es sich nur um eine einzelne Bestimmung handelt, oder wenn ein Wasser größere Mengen von organischen Substanzen enthält, zieht man die gewichtsanalytische Bestimmung vor. Das zu verwendende Volum Wasser richtet sich nach dem Gehalt an Chloriden.

1. Gewichtsanalytische Bestimmung. Man verdampft 500 bis 1000 ccm Wasser bis auf 100 ccm säuert schwach mit Salpetersäure an und fällt mit Silbernitrat.

2. Maßanalytische Bestimmung nach Fr. Mohr. Man löst 16,989 g geschmolzenes Silbernitrat zu 1 Liter auf. 1 ccm dieser 1/10 n-Silberlösung fällt 0,003546 g Cl. Man kann auch 4,791 g AgNO_3 zu 1 Liter auflösen; 1 ccm dieser Lösung fällt 0,001 g Cl. Als Indikator dient eine Lösung von Kaliummonochromat (1 : 10).

Man versetzt 50 oder 100 ccm Wasser mit 2 bis 3

Tropfen Chromatlösung und titriert mit der Silberlösung unter Umrühren bis zur bleibenden rötlichen Färbung des Wassers. Enthält das Wasser weniger als 0,025 g Cl im Liter, so muß es vorher durch Eindampfen konzentriert werden.

Ein Wasser, das größere Mengen organische Substanzen enthält, kann nicht direkt titriert werden, weil die Silberlösung durch die organischen Substanzen teilweise zersetzt wird; zieht man dennoch die Titration vor, so muß das Wasser verdampft, der Rückstand schwach geglüht und danach zum Ausziehen der Chloride mit Wasser behandelt werden.

3. Maßanalytische Bestimmung nach Volhard. 50-100 ccm Wasser werden mit so viel 1/10 n-Silberlösung (s. oben) versetzt, daß 1-2 ccm davon im Ueberschuß vorhanden sind. Nachdem das Chlorsilber sich durch starkes Umrühren abgesetzt hat, fügt man auf je 50 ccm Wasser 5 Tropfen einer kalt gesättigten Eisenammonium oder Eisenkaliumalaunlösung und so viel konzentrierte, von salpetriger Säure freie Salpetersäure hinzu, daß die Farbe des Ferrisalzes wieder verschwindet. Alsdann titriert man mit einer auf die Silberlösung genau eingestellten 1/10 n-Rhodanammiumlösung, bis der hellbräunliche Farbenton auftritt. — Die Differenz zwischen dem Volum der zugesetzten Silberlösung und dem Volum des verbrauchten Rhodanids gibt, mit 0,003546 multipliziert, die Chlormenge in Gramm in der angewandten Wassermenge an. Chlorarme Wasser müssen vorher eingedampft werden.

gewichtsanalytisch, *gravimetric*
massanalytisch, *volumetric*
vorziehen, *to prefer*

die Salpetersäure, *nitric acid*
versetzen, *to mix, treat*
die salpetrige Säure, *nitrous acid*

V

DIE EIGENSCHAFTEN DES WASSERS

(Aus *Anorganische Chemie*, von Fr. Ephraim)

Das Wasser ist ein außerordentlich schlechter Leiter für die Elektrizität, wenn es völlig rein ist. Solches, das mit peinlichster Sorgfalt gereinigt ist, besitzt bei 0° ein spezifisches Leitvermögen von nur $0,038 \times 10^{-6}$ reziproken Ohm, d.h. 1 mm dieses Wassers hat den gleichen Widerstand, wie ein 40 Millionen Kilometer langer Kupferdraht von gleichem Querschnitt, den man also tausendmal um die Erde legen könnte. (KOHL-RAUSCH und HEYDWEILLER, Z. physik. Chemie. 14, 317, 1894.) Man kann berechnen, daß sich 1 g Wasserstoffionen und 17 g Hydroxylionen in etwa 13 Millionen Litern solchen Wassers vorfinden; es ergibt sich dies aus der Tatsache, daß einem vollständig in H- und OH-Ionen gespaltenen Grammolekül Wasser, das zwischen zwei 1 cm entfernten Elektroden vorhanden gedacht ist, die Gesamtleitfähigkeit von 492 reziproken Ohm zukommen müßte. — Zur Herstellung schlecht leitenden, also reinen Wassers, wie man es für feinere physikalische Messungen, vor allem für Leitfähigkeitsbestimmungen von Lösungen braucht, verfährt man am besten derart, daß man gewöhnliches destilliertes Wasser ausfriert. Die ersten Portionen von Eis sind fast völlig rein, die Verunreinigungen bleiben in den später kristallisierenden Anteilen, deren Erstarrungspunkt eben durch die gelösten Substanzen herabgedrückt wird. Die Wasserreinigung durch Destillation ist schwieriger. Man destilliert das Wasser nach mehrtägigem Stehenlassen mit Permanganat, das

organische Substanzen oxydiert, dann mit Natronlauge, das die Kohlensäure zurückhält; letztere kann man auch durch Auskochen im Vakuum oder längeres Durchleiten eines inerten Gases (Wasserstoff) entfernen. Bei der Destillation darf man sich keines Glaskühlers bedienen, da heißes Wasser alle Glasarten schnell angreift, sondern muß ein Kühlrohr von Zinn, besser noch von Silber verwenden. Auch sind die Glasgefäße, in denen das Wasser nachher aufzubewahren ist, vorher sorgfältig mit Wasserdampf auszulaugen, da das Wasser sonst bald wieder Alkali aus dem Glase herauslöst; gewöhnliches grünes Flaschenglas ist gegen die lösende Wirkung des Wassers recht widerstandsfähig.

Das Wasser zeichnet sich durch eine besonders hohe Dielektrizitätskonstante aus, eine der höchsten, die von Flüssigkeiten überhaupt aufgewiesen wird. Hierdurch erhält es seine besondere Befähigung, Salze, Säuren und Basen in den Ionenzustand überzuführen, bzw. darin zu erhalten. Denn, wenn die Ionen nicht durch ein Dielektrikum getrennt werden, das ihre Ladungen gewissermaßen voneinander abschließt, so erfolgt leicht wieder deren Ausgleich. Nur wenige anorganische Flüssigkeiten, z.B. das verflüssigte Ammoniak und das flüssige SO_2 , können sich einigermaßen in ihrer ionisierenden Kraft mit dem Wasser messen und auch von organischen Lösungsmitteln kommt ihm in dieser Beziehung keines gleich. Auch zeigt kein anderes die Gesetzmäßigkeiten bei der elektrolytischen Dissoziation in so klarer Weise, wie das Wasser, und es ist daher ein besonders glücklicher Zufall, daß gerade dieses Lösungsmittel so leicht für Versuche herangezogen werden kann.

Auch die Eigenschaft, anorganische Substanzen zu lösen, — ganz abgesehen von der dabei etwa stattfindenden Dissoziation, — kommt dem Wasser in hervor-

ragenderem Maße zu, als irgendeiner anderen Verbindung. Zum Teil ist dieses Lösungsvermögen auf Verbindungsbildung zurückzuführen, in anderen Fällen läßt sich solche nicht nachweisen. Wenn Hydratbildung stattfindet, so ist die Löslichkeit oft beträchtlich, anderenfalls oft geringer. Die Bindung des Hydratwassers braucht nicht so fest zu sein, daß das Hydrat in festem Zustande isolierbar ist, es gibt vielmehr solche, die beim Versuche der Abscheidung sofort ihren Wassergehalt abgeben, nichtsdestoweniger aber in der Lösung bestehen. Hierzu gehören die sog. Solvate, Ionen, die eine größere Wasserhülle tragen, und auf deren Vorhandensein aus verschiedenen elektrochemischen Erscheinungen geschlossen werden darf. Wenn z.B. Salzsäure in so hohem Maße in Wasser löslich ist, so ist dies größtenteils darauf zurückzuführen, daß ihre Ionen oder auch ihre undissoziierten Moleküle eine beträchtliche Menge von Wassermolekülen in lockerer Bindung um sich versammeln. Hierdurch wird das Ion bzw. Molekül im ganzen wasserähnlicher, es ist gewissermaßen außen herum Wasser, vermag daher das Verhalten des Wassers in vieler Beziehung zu zeigen, also sich auch mit seinesgleichen zu mischen. Wir haben oft die Erscheinung, daß chemische Ähnlichkeit und Mischbarkeit Hand in Hand gehen. Dies ist sogar in festem Zustand der Fall, wo chemisch ähnlicher Bau den Eintritt in ein gemeinsames Kristallgitter gestattet und so die Erscheinung des Isomorphismus, evtl. auch der festen Lösung, bewirkt. Noch ausgeprägter ist dies bei Flüssigkeiten. So lösen sich Metalle nur in geschmolzenen Metallen ohne chemische Umsetzung auf, Schwefel löst sich in Sulfiden, Kohlenwasserstoffe in Kohlenwasserstoffen usw. Lösen sich daher Verbindungen stark in Wasser, so rührt dies in vielen Fällen davon her, daß sie entweder

selbst dem Wasser ähnlich sind, z.B. Hydroxylgruppen enthalten, oder daß sie Wasser binden und dadurch wasserähnlich werden. Solche Wasserverbindung zeigt sich oft durch erhebliche Wärmetönung bei der Auflösung.

der Leiter, *conductor*
 reinigen, *to purify*
 der Widerstand, *resistance*
 der Draht, *wire*
 tausendmal, *see § 7*
 brauchen, *to need, use*

die Natronlauge, *soda lye*
 die Kraft, *power, force*
 der Versuch, *experiment*
 das Verhalten, *behaviour*
 die Erscheinung, *phenomenon*
 das Kristallgitter, *crystal lattice*

VI

DARSTELLUNG DER HALOGENSALZE DER EINWERTIGEN SCHWERMETALLE

(Aus *Anorganische Chemie*, von Fr. Ephraim)

Die Schwerlöslichkeit der Halogenosalze dieser Gruppe gibt den Weg zu ihrer Darstellung. Dieselbe wird meist vollzogen durch Umsetzung von irgendwelchen, die Metallionen enthaltenden Lösungen, z.B. Nitratlösungen, mit solchen von Halogenionen. Silber- und Thallohalogenide werden fast ausschließlich durch doppelte Umsetzung gewonnen. Einige Halogenverbindungen werden auch synthetisch durch Behandlung des Metalls mit dem Halogen gemacht. Z.B. verreibt man zur Darstellung des Merkurojodides freies Queck-

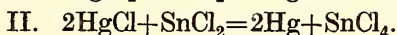
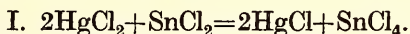
silber mit Jod. Oder man benutzt als Halogenierungsmittel nicht das freie Halogen, sondern seine höherwertige Metallverbindung: Merkurochlorid und -bromid erhält man z.B. vorteilhaft durch gemeinsames Sublimieren freien metallischen Quecksilbers mit Merkurichlorid bez. -bromid: $\text{Hg} + \text{HgCl}_2 = 2\text{HgCl}$. Ähnlich ist auch die Methode zur Darstellung des Cuprochlorids und -bromids, nur vollzieht sie sich auf nassem Wege: Man digeriert Kupferfeile oder -blech mit Cuprichloridlösung: $\text{Cu} + \text{CuCl}_2 = 2\text{CuCl}$, und zwar in Gegenwart konzentrierter Salzsäure oder Kochsalzlösung, die das entstehende schwerlösliche Chlorid sofort unter Bildung der Komplexverbindung $[\text{CuCl}_2]\text{H}$ bzw. $[\text{CuCl}_2]\text{Na}$ auflöst. Gießt man dann später diese Lösung in Wasser, so zerfällt der Komplex und es scheidet sich das weiße, unlösliche Cuprochlorid kristallinisch ab.

Schließlich bereitet man auch einige dieser Halogenverbindungen durch Halogenentzug aus solchen mit höherem Halogengehalt, von denen einige bereits ohne künstliche Beihilfe unter teilweiser Abspaltung ihres Halogens zerfallen. Versucht man z.B. Aurihydroxyd in Blausäure zu lösen, so erhält man statt des erwarteten $\text{Au}(\text{CN})_3$ sofort Aurocyanid, AuCN . Ebenso geben Cuprisalze mit Cyankalium sofort Reduktionsprodukte unter Entwicklung von Cyan, die sich bei einigem Erwärmen bis zum Cuprocyanid zersetzen: $\text{Cu}(\text{CN})_2 = \text{CuCN} + \text{CN}$. Gleicherweise vollzieht sich die Bildung des Cuprojodides: Auf Zusatz von Kaliumjodid geben Cuprisalzlösungen nicht Cupri-, sondern Cuprojodid und Jod: $\text{CuJ}_2 = \text{CuJ} + \text{J}$, wobei allerdings ein Teil des Jodes im Cuprojodid gelöst bleibt, vielleicht unter Bildung einer ein- und zweiwertiges Kupfer gleichzeitig enthaltenden Verbindung, wie sie jedenfalls in den tiefbraunen Lösungen entsteht, die sich beim Auf-

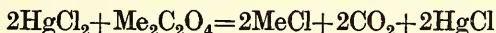
bewahren salzsaurer Cuprochloridlösungen an der Luft bilden. In einigen Fällen bedarf es zur Halogenabspaltung einiger Erwärmung, z.B. für die Überführung der Auri- in Aurohalogenide. AuCl_3 geht bei 170° - 200° , AuBr_3 geht bei 115° in AuCl bzw. AuBr über, während AuJ_3 schon bei Zimmertemperatur zerfällt. Deshalb liefert $\text{Au}(\text{OH})_3$ mit Jodwasserstoff sofort Aurojodid, das aber als ziemlich stark endotherme Verbindung (Bildungswärme $-5,5$ Kal.) bereits deutlich weiteren Zerfall in Gold und Jod zeigt, während dieser Zerfall beim Chlorid und Bromid zwar auch eintritt, hier aber durch Abfangen des freigesetzten Halogens von noch unverändertem Aurosalt und Oxydation desselben zur Auristufe, $3\text{AuCl} = \text{AuCl}_3 + 2\text{Au}$, keine Gewichtsabnahme zur Folge hat. Daher löst sich auch AuJ nicht glatt in reinem Jodkalium, denn es findet teilweise Abdissoziation von Jod und demnach Ausscheidung von Gold statt; aber die Abdissoziation des Jodes kann nur bis zu einem bestimmten Joddruck in der Lösung fortschreiten und wenn man von vornherein Jod im Jodkalium auflöst, so kann man Aurojodid darin ohne Goldabscheidung zur Lösung bringen; man kann auch auf diese Weise seinen Joddruck messen, er entspricht dem osmotischen Joddruck einer Jod-Jodkaliumlösung, die Aurojodid gerade noch ohne Goldabscheidung löst. Die Jodspannung beträgt bei Zimmertemperatur 95% derjenigen einer mit Jod gesättigten Tetrachlorkohlensstofflösung, ist also recht bedeutend.

In anderen Fällen bedarf es zur Reduktion des Zusatzes mehr oder minder starker chemischer Reduktionsmittel. So wird die Reduktion des schwarzbraunen Cupri-zum weissen Cuprorhodanid, die ohne Zusatz von Reduktionsmitteln langsam verläuft, vorteilhaft durch schweflige Säure oder Ferrosulfatlösung unterstützt.

Schwieriger noch gelingt die Reduktion des Cuprichlorides: sie verläuft von selbst erst bei sehr hoher Temperatur: beim Glühen verliert auch das Cuprichlorid ein Chloratom. Aber durch Zusatz gewisser Reduktionsmittel, wie Bisulfit, Stannochlorid, Hydrazin, Phosphorwasserstoff, unterphosphoriger Säure läßt sie sich auch in wässriger Lösung gut vollziehen und der weiße Niederschlag von Cuprochlorid erscheint in kurzer Zeit. Die gleichen Reduktionsmittel sind auch zur Umwandlung des Mercuri- in Mercurochlorid geeignet; schweflige oder unterphosphorige Säure führen quantitativ zur Mercurostufe, Stannochlorid wirkt auch noch auf diese reduzierend, indem es metallisches Quecksilber ausscheidet. Es liefert daher nur bei Überschuß des Quecksilbersalzes reines Mercurochlorid.



Von Interesse ist schließlich die Bildung des Mercurochlorides durch Oxalate, die nach der Gleichung



im Dunkeln kaum, dagegen im Lichte verläuft, und deren Geschwindigkeit von der Lichtstärke so stark beeinflußt wird, daß man sie als chemisches Aktinometer verwenden kann (EDER, Ber. Wien. Akad. [2] 80 a Okt. 1897; ROLOFF, Z. physik Chem. 13, 329, 1894).

von irgendwelchen . . . Lösungen, see § 16
 das Quecksilber, *mercury*
 die Salzsäure, *hydrochloric acid*
 das Blech, *plate, sheet*
 *gießen, *to pour*
 bereiten, *to prepare*
 einer . . . Verbindung, see § 16

die Stufe, *step, stage, degree*
 der Druck, *pressure*
 die Spannung, *tension, strain*
 gelingt, see § 18
 erst, see § 7
 läßt sie sich, see § 17
 der Niederschlag, *precipitate, sediment*

VII

KOHLENOXYD UND DERIVATE

(Aus *Theoretische Grundlagen der organischen Chemie*,
von W. Hückel)

Die Erkenntnis einer bestimmten Wertigkeit der einzelnen Elemente ist zuerst an organischen Verbindungen gewonnen worden. Das Prinzip der konstanten Vierwertigkeit des Kohlenstoffs ist, wenn man die Schreibweise der mehrfachen Bindungen einführt, bei der weitaus größten Zahl der Kohlenstoffverbindungen ohne Schwierigkeit zur Anwendung zu bringen. Die Uebertragung der Lehre von der Wertigkeit als einer für jedes Element vorgegebenen, unveränderlichen Zahl auf andere Elemente läßt sich jedoch nicht ohne Widerspruch durchführen. Wenn man auch heute die in der Wertigkeit angegebene Zahl durch die Zahl der Valenzelektronen eines Elements zu deuten versteht, so ist man sich doch in vielen Fällen, und häufig gerade bei einfachsten anorganischen Verbindungen, über die Art der Betätigung oder Nichtbetätigung der einzelnen Elektronen nicht im klaren, so z.B. bei den fünf Oxyden des Stickstoffs N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , bzw. N_2O_4 , N_2O_5 . Die „Konstitution“ solcher Verbindungen läßt sich bisher weder mit den aus der organischen Chemie entlehnten Strichvalenzen, noch mit Elektronenformeln befriedigend wiedergeben. Allerdings gestattet die Deutung der Wertigkeit durch die Zahl der Valenzelektronen den Wechsel der Wertigkeit bei der Bildung der Oniumverbindungen, wie bereits ausgeführt wurde.

Der bei den meisten Elementen in Erscheinung

tretende Wechsel der Wertigkeit findet sich nun, freilich in verhältnismäßig sehr seltenen Fällen, auch beim Kohlenstoff, so daß die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs nur als Regel, nicht als ein Gesetz anzusehen ist. Von den bekannt gewordenen Ausnahmen von der Regel lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: Der sogenannte zweiwertige Kohlenstoff im Kohlenoxyd und dessen Derivaten, und der dreiwertige Kohlenstoff in den freien Radikalen. Zu letzteren gibt es Analogien bei anderen Elementen, in Fällen, wo deren Wertigkeit ebenfalls um eins niedriger erscheint als ihrer Stellung im periodischen System entspricht, so beim Stickstoff, Sauerstoff, Bor und denjenigen Elementen der vierten Gruppe des periodischen Systems, die wie der Kohlenstoff flüchtige Wasserstoffverbindungen zu bilden vermögen und vier Stellen vor einem Edelgas stehen.

Der zweiwertige Kohlenstoff im Kohlenoxyd und in verwandten Verbindungen steht dagegen für sich allein. Auf das Kohlenoxyd selbst läßt sich der Begriff der Wertigkeit in der üblichen Weise überhaupt nicht anwenden. Wegen der auffallenden Aehnlichkeit der physikalischen Eigenschaften des Kohlenoxyds und des Stickstoffs nimmt man jetzt an, daß der Bau der Moleküle dieser beiden Stoffe sehr ähnlich sein muß; wie die Verteilung der in beiden Fällen vorhandenen 10 Valenzelektronen zu denken ist, läßt sich aber auch heute noch nicht angeben. Vielleicht besitzen im Kohlenoxyd zwei Elektronen eine Sonderstellung, welche die Bildung von Molekülverbindungen des Kohlenoxyds sowie die Bildung der Metallcarbonyle ermöglichen, sowie bei den gewöhnlich recht träge verlaufenden Additionsreaktionen — mit Chlor vereinigt sich das Kohlenoxyd zum Phosgen Cl_2CO erst im Sonnenlicht — eine Rolle spielen; es könnte aber auch sein, daß eine

solche Sonderstellung sich erst bei geeigneten Störungen des Kohlenoxydmoleküls herausbildet.

Als Derivate des Kohlenoxyds kann man diejenigen Verbindungen auffassen, in denen der zweiwertige Sauerstoff durch eine zweiwertige Atomgruppe ersetzt ist; man kann sich so durch $=\text{NH}$ oder $=\text{N}-\text{OH}$ substituiert denken wie etwa den Carbonylsauerstoff in Aldehyden und Ketonen. Die so vom Kohlenoxyd abgeleiteten Verbindungen $\text{C}=\text{N}-\text{H}$ und $\text{C}=\text{N}-\text{OH}$ sind in freiem Zustande nicht bekannt (die Knallsäure scheint in Lösung kurze Zeit zu bestehen), wohl aber in Form von Derivaten: z.B. $\text{C}=\text{N}-\text{CH}_3$ als Isonitril, $\text{C}=\text{N}-\text{O}-\text{Ag}$ als knallsaures Silber. In freiem Zustande lagert sich die „Isocyanwasserstoffsäure“, $\text{C}=\text{N}-\text{H}$, in die Cyanwasserstoffsäure $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ um, die nach ihren physikalischen Eigenschaften als Anfangsglied der Reihe der Nitrile, $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$, und nicht der Isonitrilreihe erscheint; die freie Knallsäure $\text{C}=\text{N}-\text{OH}$ ist unbekannt.

In den Isonitrilen wird obwohl man sie formal auch $\text{R}-\text{N}\equiv\text{C}$ mit vierwertigem Kohlenstoff (und fünfwertigem Stickstoff) schreiben könnte, auf Grund der sich am Kohlenstoff vollziehenden Additionen, die den Additionsreaktionen des Kohlenoxyds an die Seite zu stellen sind, seit den Arbeiten von Nef zweiwertiger Kohlenstoff angenommen. Der gleiche Grund hat zur Annahme des zweiwertigen Kohlenstoffs in der Knallsäure geführt. Die Bindung $-\text{N}=\text{C}$ darf hier nach dem oben Gesagten natürlich nicht mit einer gewöhnlichen $-\text{N}=\text{C}<-$ Doppelbindung in Parallele gesetzt werden.

die Wertigkeit, <i>valence, valency</i> die Uebertragung, <i>transfer</i> als einer . . . Zahl, see § 16 läßt sich, see § 17 zu deuten versteht, see § 8 (D),	den . . . Strichvalenzen, see § 16 der Begriff, <i>conception, idea</i> die Verteilung, <i>distribution</i> die Knallsäure, <i>fulminic acid</i> zu stellen sind, see § 8 (D)
--	--

VIII

NEBEL UND RAUCHE

(Aus *Kapillarchemie*, von Herbert Freundlich)

Ein Nebel ist eindeutig als ein disperses Gebilde gegeben, dessen Dispersionsmittel gasförmig, dessen disperse Phase flüssig ist. Man wird keinen grundsätzlichen Unterschied dazwischen machen, ob die Tropfen der dispersen Phase ausschließlich ultramikroskopisch sind oder auch etwas gröber; sehr viel gröber können sie nicht sein, weil sonst die Beständigkeit des Nebels gering wird.

Ein Rauch ist ein Nebel, dessen Teilchen fest sind, und zwar entweder amorph- oder kristallinisch-fest. Die Verschiedenheit im Verhalten von Nebeln und Rauchen ist so gering, daß sie zweckmäßig gemeinsam betrachtet werden.

BEDINGUNGEN FÜR DIE ENTSTEHUNG VON NEBELN
UND RAUCHEN UND IHRE HERSTELLUNG

Wie bei den kolloiden Lösungen, kann man auch hier zwei Verfahren zur Herstellung von Nebeln und Rauchen unterscheiden: Kondensations- und Dispersionsverfahren. Bei den Kondensationsverfahren hat man entweder die Verdichtung des übersättigten Dampfes oder die Bildung einer Flüssigkeit durch eine chemische Reaktion im Gasraum. Auf dem ersten Wege wird man grundsätzlich jeden Stoff, der sich genügend rasch und reichlich verdampfen läßt, vernebeln können.

Damit sich aus einem übersättigten Dampf Tröpfchen ausscheiden, müssen Keime vorhanden sein, oder sich

bilden. Bezüglich der Keimbildungsgeschwindigkeit herrschen ähnliche Bedingungen wie in übersättigten Lösungen: Ist die Uebersättigung des Dampfes gering, die Temperatur also nur wenig niedriger als die Sättigungstemperatur, so ist auch die Keimbildungsgeschwindigkeit so klein, daß sich von selbst kein Nebel bildet; man muß, um ihn entstehen zu lassen, künstliche Keime erzeugen. Bei starker Übersättigung und entsprechend großer Abkühlung des Dampfes ist die Keimbildungsgeschwindigkeit so groß, daß sich von selbst Keime bilden und ein Nebel entsteht.

Mehr als die eigentliche Keimbildungsgeschwindigkeit in Nebeln weiß man über die Natur der Gebilde, die, von außen in den übersättigten Dampf gebracht, als Keime wirken können, und über die Bedingungen, unter denen sie es tun. Es sind ihrer Wirkung nach drei Gruppen derartiger Keimbildner zu nennen: Staub, gewisse chemische Stoffe und Elektrizitätsträger. Ehe auf sie im einzelnen eingegangen wird, seien die Verfahren erörtert, mit denen man die Nebelbildung zweckmäßig untersuchen kann.

Handlich und sehr empfindlich, wenn auch mehr qualitativ, ist das von R. v. Helmholtz zuerst beschriebene Dampfstrahlphänomen. Man läßt Wasser in einem Gefäß heftig sieden und den Dampf aus einer 1-2 mm weiten Öffnung als Strahl in den zu untersuchenden Luftraum austreten, wobei zu vermeiden ist, daß er durch die Flamme erhitzt wird. Der Dampfstrahl wird gegen einen dunklen Hintergrund betrachtet, so daß möglichst seitlich abgebeugtes Licht ins Auge gelangt. In einiger Entfernung von der Austrittsstelle wird der Dampf infolge der Abkühlung merklich übersättigt sein, aber nicht so stark, daß von selbst erhebliche Nebelbildung statthat. Unter den gewöhnlichen Versuchsbedingungen der Zimmerluft hebt sich der Strahl nur

undeutlich schwach grau vom Hintergrund ab. Bringt man an die Stelle, wo er infolge der Uebersättigung empfindlich ist, Nebelkerne, so verwandelt sich sein Aussehen vollständig: Er wird entweder dicht grauweiß oder zeigt mannigfache Farben. Dies verschiedene Aussehen hängt von der verschiedenen Größe und Gleichförmigkeit der Tröpfchen ab, worauf später eingegangen wird.

der Nebel, *mist*

rauchen, *to smoke*

die Bedingung, *condition*

der Keim, *nucleus*

die Geschwindigkeit, *velocity*

abbeugen, *to diffract*

zu vermeiden ist, see § 8 (D)

gelangt, see § 18

IX

PERIPHERE EIGENSCHAFTEN DER RADIOAKTIVEN ATOMARTEN

(Aus *Lehrbuch der Chemischen Physik*, von A. Eucken)

Sehr eigentümlich verhält sich eine Anzahl radioaktiver Atomarten hinsichtlich ihrer chemischen Eigenschaften: Trotz der erwähnten individuellen radioaktiven Eigenschaften und trotz mancher Unterschiede im Atomgewicht läßt sich nämlich eine Anzahl radioaktiver Stoffe durch chemische Methoden auf keine Weise voneinander trennen. Als Beispiele seien angeführt die Versuche von KEETMANN, das Ionium vom Thorium abzuscheiden, die trotz größter Bemühungen und zahlreicher Wiederholungen negativ blieben. Ebenso wenig gelang es, das Mesothorium I vom Radium (SODDY, 1911), das Radiothorium vom Thorium, das Uran I vom Uran II abzutrennen, usw. (die kurzlebigen radioaktiven Atomarten kamen für chemische Trennungsversuche weniger in Frage). Besonders geeignet zu einem Vergleich der chemischen Eigenschaften waren die Endprodukte der

radioaktiven Umwandlungen (RaG, AcD, ThD); es ergab sich, daß dieselben in chemischer Hinsicht nicht nur untereinander vollkommen gleich, sondern auch vom gewöhnlichen Blei nicht zu unterscheiden sind. Eine Identifizierung des RaG bzw. AcD, das zweifellos in uranhaltigen Mineralien in merklicher Menge vorkommen muß, durch radioaktive Eigenschaften ist zwar nicht möglich, da dasselbe inaktiv ist, doch war zu erwarten, daß es ein um etwa eine Einheit niedrigeres Atomgewicht besitzt als das gewöhnliche Blei. In der Tat gelang es HÖNIGSCHMID und HOROVITZ sowie Th. W. RICHARDS und WADSWORTH zu zeigen, daß das in sehr reinen Uranmineralien stets enthaltene „Blei“ sehr nahe das Atomgewicht 206 besitzt, daß sich also von dem des gewöhnlichen Bleis (207,16) um mehr als eine Einheit unterscheidet. Die in den Uranmineralien vorwiegend vorhandene bleiähnliche Atomart ist somit mit dem gewöhnlichen Blei nicht identisch, sondern ist als RaG (mit einer Beimischung von AcD) anzusprechen, obgleich sich in chemischer Hinsicht nicht der geringste Unterschied gegenüber dem echten Blei nachweisen ließ.

Ebenso konnte gezeigt werden (HÖNIGSCHMID), daß das in einem reinen Thoriummineral enthaltene „Blei“ ein Atomgewicht besitzt, das nur wenig kleiner ist als der für das Thorium D geforderte Wert 208.

Die chemisch untrennbaren radioaktiven Atomarten wurden nunmehr, soweit es möglich war, auf einige charakteristische physikalische Eigenschaften hin miteinander verglichen. Insbesondere wurden die (sichtbaren) Spektren geprüft.

Bei den anfänglichen Versuchen (EXNER und HASCHEK 1912-1915), bei denen Ionium mit Thorium, Blei mit Radium G verglichen wurde, ließ sich keinerlei

Unterschied zwischen den Spektren nachweisen; die Genauigkeit der Wellenlängenmessung betrug bei diesen Versuchen 0,2 Å. Erst durch eine Steigerung der Meßgenauigkeit bis auf etwa 0,001 Å, was mittels einer Interferenzmethode möglich war, gelang es, MERTON (1919), Differenzen zwischen den Linien des Ra G, Th D und des echten Bleis nachzuweisen, deren Größe zwischen 0,002 und 0,005 Å liegt. Dieser Unterschied ist im Hinblick auf die großen Verschiedenheiten der Spektren chemisch ungleichartiger Atomarten außerordentlich geringfügig und möge daher, trotzdem er prinzipiell bedeutungsvoll ist, im folgenden nicht weiter berücksichtigt werden.

Weiterhin erwiesen sich bei den in Frage kommenden Atomarten als innerhalb der Versuchsfehler identisch: Schmelzpunkt, molekulare Löslichkeit, Flüchtigkeit, elektrochemisches Póttential, magnetische Eigenschaften, Atomvolumen im festen Aggregatzustand.

Da nun der Sitz der genannten, insbesondere der chemischen Eigenschaften in der Peripherie des Atoms zu suchen ist, gelangt man zu folgenden Schlußfolgerungen:

(a) Die fraglichen, chemisch untrennbaren Atomarten müssen die gleiche Konstitution der peripheren Teile des Atoms besitzen, gleichzeitig müssen sie sich aber durch die Konstitution derjenigen Partien des Atoms voneinander unterscheiden, in denen die radioaktiven Eigenschaften der Atome zu lokalisieren sind und die im Gegensatz zur Peripherie kurz als der Atomkern bezeichnet seien.

(b) Da das Gewicht des Atoms mit seinen peripheren Eigenschaften nicht unmittelbar zusammenzuhängen scheint (es gibt sowohl radioaktive Atomarten mit

gleichem Atomgewicht und verschiedenen chemischen Eigenschaften, als auch solche mit verschiedenem Atomgewicht und gleichen chemischen Eigenschaften), liegt die Vermutung nahe, daß die Masse des Atoms nicht in der Nähe der Peripherie, sondern im Atomkern konzentriert sei. Diese Auffassung wird durch unmittelbare Argumente vollkommen bestätigt.

sich *verhalten, *to be, behave*

der Vergleich, *comparison*

zu unterscheiden sind, see § 8 (D)

es gelang, see § 18

das Blei, *lead*

die Einheit, *unit*

prüfen, *to examine*

der Anfang, *beginning*

die Genauigkeit, *exactness*

die Wellenlänge, *wave-length*

der Gegensatz, *contrast*

bestätigen, *to confirm*

X

DIE ENZYME IM DIENSTE
DER KONSTITUTIONSAUFKLAERUNG
HOEHERMOLEKULARER VERBINDUNGEN

(Entnommen aus *Medizin und Chemie*, von Dr. Fritz Ziegler, herausgegeben von der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft)

Die Erforschung der Konstitution hochmolekularer Naturstoffe, wie z.B. in den Eiweißkörpern und den Kohlehydraten vorliegen, stellte die Strukturchemie vor Aufgaben, die mit dem Rüstzeug der klassischen organischen Chemie nicht mehr zu bewältigen waren. Die große Empfindlichkeit dieser Substanzen gegenüber chemischen Eingriffen einerseits und die Mannigfaltigkeit ihrer Bausteine, bei wahrscheinlich ähnlicher Bindungsweise andererseits, die den zur Konstitutionsermittlung notwendigen schrittweisen Abbau mit Hilfe der gebräuchlichen chemischen Methoden fast unmöglich erscheinen lassen, machten es notwendig, nach neuen, schonenderen und auswählenderen Methoden ihrer Erforschung zu suchen.

Neben der Röntgenanalyse, die insbesondere Aussagen über die Symmetrie der Moleküle zu machen erlaubt, gewannen die Methoden des schrittweisen enzymatischen Abbaus in dem Maße an Bedeutung, in dem die Fragen der Spezifität und der Darstellung einheitlicher Enzympräparate ihrer endgültigen Lösung nahegebracht wurden.

Die Kenntnis von der auswählenden Wirkung der Enzyme ist nicht neu — sie ist älter als der Begriff

der Enzyme selbst. Hatte doch schon Pasteur gefunden, daß Mikroorganismen von zwei optisch isomeren Verbindungen im allgemeinen die eine Form bevorzugen, und diese stereochemische Auslese der Mikroorganismen benutzt, um aus einem racemischen Gemisch der beiden Antipoden reine l-Weinsäure darzustellen — eine Methode, die in alle Lehrbücher der organischen Chemie Eingang gefunden hat. Das Wesen der Enzyme und die Abhängigkeit ihrer Wirkung von der chemischen Konstitution ihrer Substrate wurde indes erst von E. Fischer klar erkannt, der 1894 für zwei glucosidspaltende Enzyme, Invertin und Emulsin zeigen konnte, daß α -Methylglucosid durch Invertin gespalten wird, nicht aber β -Methylglucosid und daß der Enzymkomplex des Emulsins die entgegengesetzte Spezifität aufweist. Damit hatte er sich Reagenzien auf α - und β -glucosidische Bindungen geschaffen, die sich auch gegenüber anderen Glucosiden als zuverlässig erwiesen.

E. Fischer hat die Bedeutung der Enzyme für die Konstitutionsermittlung wichtiger Naturstoffe klar erkannt und, wo es anging, die Enzyme zur Prüfung der Konstitution seiner synthetischen Verbindungen herangezogen. Sein berühmter Vergleich von Schloß und Schlüssel, der die Beziehungen zwischen Substrat und Enzym in anschaulichster Weise zum Ausdruck bringt, bildet heute noch die Grundlage der enzymatischen Spezifitätslehre.

Den durch die enzymatische Analyse gewonnenen Erkenntnissen E. Fischer's ist in der Folgezeit leider zu wenig Beachtung geschenkt worden — wie man denn überhaupt den enzymatischen Methoden bis vor kurzem mit einem gewissen Mißtrauen gegenüberstand. Nicht ganz zu Unrecht; denn diese waren in vielen Fällen noch nicht exakt genug ausgebaut, so daß man ihre

Ergebnisse als unzuverlässig empfand. Die Ursache dieser Unsicherheit lag hauptsächlich in der Uneinheitlichkeit der zur Verfügung stehenden Enzympräparate; die Fälle, in denen die Enzyme hinsichtlich Spezifität und Vorkommen so schön getrennt in Erscheinung treten, wie in dem durch E. Fischers glückliche Hand herausgegriffenen Beispiel der α und β Glucosidasen, sind nämlich sehr selten. Vielmehr kommen die Enzyme in der Regel in Gesellschaft mehrerer anderer enzymatischer Begleiter von oft ähnlicher Wirkung vor, so daß die Spezifitätsbereiche der einzelnen Komponenten sich gegenseitig überlagern und die Gesamtspezifität nicht scharf genug abgegrenzt erscheint. Gerade in der engbegrenzten, auswählenden Spezifität der einzelnen Enzyme ist aber ihre Brauchbarkeit für die experimentelle chemische Forschung begründet.

die Weinsäure, *tartaric acid*
das Wesen, *nature*

die Gesellschaft, *society*
die Brauchbarkeit, *usefulness*

XI

Schwefelanaloge der Glykolsäure.

Äthanthiol-(2)-säure-(1) $HS \cdot CH_2 \cdot CO_2H$ und ihre Derivate.
(Entnommen aus Beilsteins *Handbuch der organischen Chemie*, 4te Auflage, Band III)

[Verbindungen, die von der Äthanol-(2)-thiolsäure-(1) $HO \cdot CH_2 \cdot CO \cdot SH$ abgeleitet werden können, s. S. 260.]

Äthanthiol-(2)-säure-(1), Sulfhydrylessigsäure, Mercaptoessigsäure, Thioglykolsäure $C_2H_4O_2S = HS \cdot CH_2 \cdot CO_2H$.
B. Beim Behandeln einer wässr. Lösung von Glyoxylsäure mit H_2S in Gegenwart von Silberoxyd, neben Thiodiglykolsäure und anderen Produkten (BÖTTINGER, A. 198, 213, 215). Aus dem Dichlorid der Chloressigsäuresulfonsäure $ClO_2S \cdot CHCl \cdot COCl$ mit Zinn und Salzsäure (SIEMENS, B. 6, 659). Beim Kochen von Pseudothiohydantoin

$CH_2 \cdot S$
| \
CO · NH C : NH (Syst. No. 4298) mit Barytwasser, neben
Dicyandiamid (ANDREASCH, B. 12, 1385). Aus N · N'-Diphenyl-pseudothiohydantoin (Syst. No. 4298) durch Kochen mit alkoholischer Kalilauge (LIEBERMANN, LANGE, A. 207, 123; B. 14, 1265). Beim Kochen von Rhodanin-

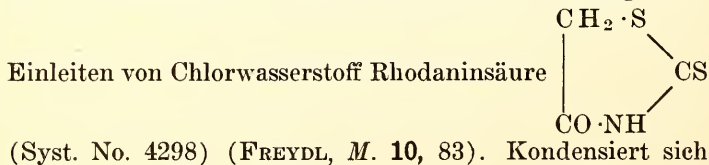
säure $CH_2 \cdot S$
| \
CO · NH CS (Syst. No. 4298) mit Barytlösung

(GINSBURG, BONDZYNSKI, *B.* **19**, 117). Aus der Säure $\text{HS} \cdot \text{CS} \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H}$ (S. 252) durch Selbstzersetzung (HOLMBERG, *J. pr.* [2] **75**, 181). Aus Thiocarbonyl-bis-thioglykolsäure $\text{SC}(\text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H})_2$ (S. 252) beim Kochen mit Wasser (BILLMANN, *A.* **348**, 136) oder besser beim Erwärmen mit Ammoniak (H., *J. pr.* [2] **71**, 286). Aus Thioglykolsäure-S-thiocarbonsäure-äthylester $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{O} \cdot \text{CS} \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H}$ (S. 251) mit wässr. Ammoniak (Bl., *A.* **339**, 356; **348**, 122). Beim Erhitzen des Kaliumsalzes $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{O} \cdot \text{CS} \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{K}$ mit Wasser (H., *J. pr.* [2] **71**, 271). Durch Reduktion der Säure $\text{S}_2(\text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H})_2$ (S. 254) mit Zinn und Salzsäure (G., Bo., *B.* **19**, 117).

Darst. Man setzt Chloressigsäure, gelöst in der 5-fachen Menge Wasser, allmählich unter Umrühren zu einer etwa 15%igen Lösung von Kaliumhydrosulfid (2 Mol.-Gew.), erhitzt $\frac{1}{4}$ Stunde auf dem Wasserbade und isoliert die Säure in Form des Bariumsalzes (KLASON, CARLSON, *B.* **39**, 733). — Man erwärmt technisches Schwefelnatrium ($\text{Na}_2\text{S} + 9\text{H}_2\text{O}$) zum Schmelzen, trägt Schwefelblumen ein, gibt zu der wässr. Lösung des Natriumdisulfids eine mit Soda genau neutralisierte Lösung von Chloressigsäure, säuert an und reduziert die entstandene Säure $\text{S}_2(\text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H})_2$ durch Zinkstaub (FRIEDLÄNDER, CHWALA, *M.* **28**, 250; vgl. F., *B.* **39**, 1066) oder granuliertes Zink (HOLMBERG, MATTISSON, *A.* **353**, 124); das Natriumdisulfid kann zweckmässig durch Alkali- oder Erdalkalipolysulfide ersetzt werden (KALLE & Co., D. R. P. 180875; *C.* **1907** I, 856).

Flüssigkeit, die bei starker Abkühlung zu Nadeln erstarrt (KLASON, CARLSON, *B.* **39**, 734). F : $-16,5^\circ$ (KLA., CA.). $K_{p_{29}}$: 123° (BILLMANN, *A.* **339**, 357); $K_{p_{16}}$: $107-108^\circ$ (KLA., CA.); $K_{p_{13}}$: $102,5-103^\circ$ (Bl., *A.* **348**, 123). $D^{17,3}$: 1,326 (Bl.); D^{20} : 1,3253 (KLA., CA.). Elektrolytische Dissoziationskonstante für die erste Stufe k_1 bei 25° : $2,91 \times 10^{-4}$ (KLA., CA.), für die zweite Stufe K_2 : $3,3,3 \times 10^{-5}$ (WEG-

SCHEIDER, *M.* **23**, 624, 635). Die wasserfreie Thioglykolsäure kondensiert sich leicht unter Wasserabspaltung zu verschiedenen glykolidartigen Produkten (KLA., CA., *B.* **39**, 734). Oxydiert sich leicht (schon beim Stehen an der Luft) zu der Säure $S_2(CH_2 \cdot CO_2H)_2$ (KLASON, *B.* **14**, 410; KLA., CA., *B.* **39**, 740). Die Oxydation der Thioglykolsäure durch Jod geht aber bei Anwesenheit von Natriumdicarbonat weiter (KLA., CA., *B.* **39**, 741). Mit Chinon setzt sich Thioglykolsäure zu Hydrochinon und $S_2(CH_2 \cdot CO_2H)_2$ um (BONGARTZ, *B.* **21**, 483). Thioglykolsäure liefert mit Schwefeldichlorid $S_4(CH_2 \cdot CO_2H)_2$ und $S_2(CH_2 \cdot CO_2H)_2$, mit Schwefelmonochlorid $S_4(CH_2 \cdot CO_2H)_2$, mit Thionylchlorid $S_3(CH_2 \cdot CO_2H)_2$, mit Sulfurylchlorid $S_2(CH_2 \cdot CO_2H)_2$ (HOLMBERG, *A.* **359**, 88, 91, 96). Kondensiert sich mit Formaldehyd zu Methylen-bis-thioglykolsäure (S. 249) (HOLMBERG, MATTISSON, *A.* **353**, 125), mit Acetaldehyd zu Äthyliden-bis-thioglykolsäure (BONG., *B.* **21**, 479). Reagiert mit Aceton bei Gegenwart von Zinkchlorid oder Chlorwasserstoff unter Bildung von Dimethylmethylen-bis-thioglykolsäure (BONG., *B.* **19**, 1933; **21**, 482). Verbindet sich direkt mit Brenztraubensäure zu der Säure $HO_2C \cdot C(CH_3)(OH) \cdot S \cdot CH_2 \cdot CO_2H$, während in Gegenwart von Chlorwasserstoff, die Säure $HO_2C \cdot C(CH_3)(S \cdot CH_2 \cdot CO_2H)_2$ entsteht (BONG., *B.* **19**, 1933; **21**, 484). Kondensiert sich mit Ameisensäure in Gegenwart von Zinkchlorid zu Methenyl-tris-thioglykolsäure (Ho., *A.* **353**, 131). Gibt bei Behandlung mit Schwefelkohlenstoff und Kalilauge das Kaliumsalz der Säure $HS \cdot CS \cdot S \cdot CH_2 \cdot CO_2H$ (Ho., *J. pr.* [2] **75**, 180). Liefert mit Rhodankalium in absolut-alkoholischer Lösung beim



mit Allylsenföl zu N-Allyl-rhodaninsäure (ANDREASCH, ZIPSER, *M.* **24**, 504), mit Phenylsenföl zu N-Phenyl-rhodaninsäure (AN., ZI., *M.* **24**, 500). Gibt mit Benzoldiazoniumchlorid in neutraler oder essigsaurer Lösung die Verbindung $C_6H_5 \cdot N_2 \cdot S \cdot CH_2 \cdot CO_2H$, welche beim Erhitzen für sich oder mit Wasser unter Stickstoff-Entwicklung Phenylthioglykolsäure $C_6H_5 \cdot S \cdot CH_2 \cdot CO_2H$ liefert. Analog verläuft die Reaktion mit anderen Aryldiazoniumchloriden (FRIEDLÄNDER, CHWALA, *M.* **28**, 251; KALLE & Co., D. R. P. 194040; *C.* **1908** I, 1221). Kocht man Thioglykolsäure mit o-Chlor-nitrobenzol und Ätznatron in alkoholischer Lösung, so entsteht o-Nitro-phenyl-thioglykolsäure (FRI., CHW., *M.* **28**, 270).

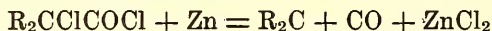
Versetzt man die Lösung von Thioglykolsäure (oder die angesäuerte Lösung eines Salzes) mit einem Tropfen Eisenchlorid (0,1% Eisen enthaltend) und dann mit Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion, so entsteht eine dunkelrote, ins Violette ziehende Färbung, die beim Schütteln mit Luft unter Sauerstoffabsorption noch intensiver wird (Reaktion auf Thioglykolsäure; sehr empfindliche Reaktion auf Eisen) (ANDREASCH, *B.* **12**, 1391; KLASON, *B.* **14**, 412; GINSBURG, BONDZYNSKI, *B.* **19**, 116). Titrimetrische Bestimmung mit $n/_{10}$ -Jod in alkoholischer Lösung: KLASON, CARLSON, *B.* **39**, 740.

XII

DARSTELLUNG DER KETENE

(Aus *Die Ketene* von H. Staudinger)1. Kapitel. Darstellung der Ketene aus α -halogensubstituierten Säurehalogeniden.

Die meisten Ketene sind bisher aus halogensubstituierten Säurehalogeniden durch Behandeln mit Metallen in hydroxylfreien Lösungsmitteln erhalten worden und entstehen dabei nach folgender Gleichung:

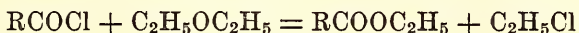


Von Metallen ist zu dieser Reduktion am besten Zink in Form von Spänen geeignet, bei schwerer reagierenden Körpern kann auch Zinkwolle mit Vorteil angewandt werden. Zinkstaub dagegen ist nicht brauchbar wegen des Wasser- und Oxydgehalts; auch mittels Magnesium kann die Chlorabspaltung beim Diphenylchloroessigsäurechlorid durchgeführt werden; bei den aliphatischen Verbindungen, z. B. beim Bromacetylbromid ist aber die Verwendung dieses Metalls ungünstig, weil Nebenreaktionen dabei sehr stark eintreten. Endlich wirken auch Quecksilber und Silber halogenentziehend auf Säurechloride ein, beide aber sehr langsam.

Als Lösungsmittel bei der Ketendarstellung eignet sich wasserfreier Aether oder Essigester. In diesen Lösungsmitteln sind das Zinkchlorid und Zinkbromid leicht löslich und die Reaktion verläuft deshalb rasch und stürmisch. In Benzol und Toluol dagegen, worin sie unlöslich sind,

geht die Einwirkung träg von statten. Hydroxylhaltige Lösungsmittel, wie Alkohol, ebenso aber auch Aceton, sind natürlich nicht brauchbar.

Die geschilderte Methode hat sich bisher zwar am vorteilhaftesten zur Darstellung von Ketenen erwiesen und ist am meisten angewandt worden, sie hat aber doch einige Nachteile, die ihren Wert stark begrenzen, so dass nicht jedes beliebige Keten danach zu gewinnen ist. Einmal wirkt das bei der Reaktion sich bildende Zinkhaloid polymerisierend auf das gebildete Keten und so entstehen die sich leicht polymerisierenden Ketene, hauptsächlich die Aldoketene, nur in geringer Ausbeute. Allerdings ist dies nicht nur durch die Neigung zur Polymerisation verursacht, sondern die Säurechloride treten auch in anderer Weise noch in Reaktion und zwar werden sie durch das Zinkhaloid kondensiert. Es entstehen dabei halogenhaltige Körper. Ferner bilden sich in ätherischer Lösung infolge Spaltung des Lösungsmittels bei Gegenwart von Zinkhaloid Ester nach folgender Gleichung:



Eine derartige Bildung von Estern ist schon früher in zahlreichen Fällen beobachtet worden.

Es wurde versucht, diesen missstand dadurch zu vermeiden, dass man zur Halogenabspaltung Quecksilber anwandte, von dem man nicht diese Nebenwirkungen erwarten sollte. Aber es liessen sich auch bei diesem Metall keine günstigeren Resultate erreichen; die Halogenabspaltung geht, wie erwähnt, sehr langsam vor sich; beim Diphenylchloroessigsäurechlorid ist sie erst nach einigen Tagen, beim Bromisobuttersäurebromid erst nach einigen Wochen beendet; in letzterem Falle hat sich während dieser Zeit das Keten vollständig polymerisiert. Ferner tritt auch hier bei Gegenwart des Quecksilberchlorürs Spaltung des

Aethers und infolgedessen Esterbildung ein (z. B. beim Brompropionylbromid).

das Behandeln, *treatment*

die Reindarstellung, *preparation*
in pure form

stürmisch, *violently*

das Lösungsmittel, *solvent*

XIII

ISOLIERUNG DES LYOCHROMS AUS EIGELB (Ovoflavin g)

von P. Karrer und K. Schöpp.

Das Studium der Lyochrome in physiologischer Hinsicht lässt es wünschenswert erscheinen, die Flavine verschiedener Naturprodukte rein darzustellen. Nach der Isolierung des Hepaflavins berichten wir jetzt über die Darstellung des krystallisierten Flavins aus Eigelb, das wir als Ovoflavin g bezeichnen; das Lyochrom des Eiklars würde zur Unterscheidung zweckmässig Ovoflavin e genannt.

Ovoflavin g krystallisiert wie die übrigen Flavine in langen Nadeln, die oft zu Büscheln vereinigt sind; wir beobachteten aber hier auch bisweilen Krystallisationen von Einzelnadeln, ohne Drusenbildung. Der Schmelzpunkt lag bei 284° (korr.). In der Analyse und im übrigen Verhalten erinnert Ovoflavin g ganz an die anderen Flavine, doch bleibt die Frage noch offen, ob es mit diesen oder einzelnen derselben identisch ist.

Die Ausbeute an Ovoflavin g aus 1000 frischen Eiern betrug 15 mg analysenreines Produkt.

Zur weiteren Reinigung von Flavinen bedienen wir uns schon seit längerer Zeit der chromatographischen Analyse, indem wir die Flavinpräparate in ihre Acetylverbindungen

verwandeln, diese in Benzol lösen und in einer Aluminiumoxydsäule das Chromatogramm entwickeln. Das acetylierte Flavin wird von dem Adsorbens stark zurückgehalten und bildet dementsprechend eine nur schmale Adsorptionszone. Elution mit Methanol-Benzol.

Das nach der Verseifung des Acetylflavins zurückgewonnene Pigment unterschied sich weder im Schmelzpunkt (283° korrr.) noch in der analyse (Gef. C 54,00, H 5,29%) von dem ursprünglichen Material. Über dessen biologische Eigenschaften finden sich in einer folgenden Mitteilung von Herrn Prof *H. v. Euler* Angaben.

Experimentelles

Zu 20 kg Eigelb aus 1000 frischen Eiern werden unter kräftigem Rühren 45 Liter Alkohol gegeben, wonach man, weiterhin umrührend, die dicke Flüssigkeit bis zum Kochen erhitzt. Die jetzt koagulierte Masse wird des besseren Filtrierens wegen noch warm auf einer Nutsche abgesogen. Den Niederschlag kocht man nun nochmals mit ca. 20 Litern Alkohol aus. Die vereinigten Filtrate werden soweit im Vakuum eingeengt, bis aller Alkohol abdestilliert ist. Dann schüttelt man die sehr trübe, gelb gefärbte Suspension mehrmals mit Äther aus, um die Carotinoide und die ausgefallenen Fettbestandteile zu entfernen. Die wässrige Schicht wird nun zur Vertreibung des Äthers im Vakuum erhitzt und nach dem Abkühlen in der *Sharples*-Zentrifuge von kolloiden Partikelchen befreit. Dann säuert man die immer noch trübe Lösung mit Essigsäure an, gibt 20 g Frankonit hinzu und rührt während 1 Stunde. Die abzentrifugierte Adsorptionsmasse wird alsdann mit ca. 300 cm³ Pyridinlösung (2 Teile H₂O + 1 Teil Pyridin + 1 Teil Alkohol) während 1-stündigem Rühren eluiert und das Eluat zur Trockene verdampft. Man nimmt den Rückstand

in heissem Wasser auf, filtriert vom Unlöslichen ab, gibt zur fluorescierenden Lösung Essigsäure und 10 g gelöstes Bleiacetat und leitet Schwefelwasserstoff hindurch. Das ausgefallene Bleisulfid — falls es kolloidal gelöst bleiben sollte, genügt zur Fällung Zugabe von Natriumacetat — wird von der nicht mehr fluorescierenden Flüssigkeit abgetrennt, mit kaltem Wasser mehrmals ausgewaschen und hernach mit kochendem Wasser eluiert. Das stark gelbgrüne, fluorescierende Eluat wird noch zweimal an Bleisulfid adsorbiert, indem man Essigsäure und 3 g gelöstes Bleiacetat hinzugibt und mit Schwefelwasserstoff eine Fällung erzeugt. Das neue, mit Essigsäure schwach angesäuerte wässrige Eluat wird dann auf ca. 10 cm³ eingengt. Nach längerem Stehen krystallisiert das Flavin in einzelnen Stäbchen oder Büscheln aus spitzen Nadeln. Nach dem Umkrystallisieren aus Wasser ist die Ausbeute 14—15 mg, Smp. 284° (korr.).

der Büschel, *cluster*
dementsprechend, *accordingly*

die Nutsche, *suction funnel*
abgetrennt, *separated*

XIV

OXYDATIONEN AN DEN ALKOHOLGRUPPEN DES BETULINS

(Aus *Zur Kenntnis der Triterpene* von L. Ruzicka
und Ed. Rey)

Bei den meisten bisher am Betulin durchgeführten Oxydationsreaktionen wurden Produkte isoliert, die durch Angriff an der Doppelbindung entstanden waren. In dieser Arbeit beschreiben wir einige neue Umwandlungsprodukte des Betulins, welche bei der Oxydation der Alkoholgruppen

nach verschiedenen Methoden entstehen, wobei aber die Doppelbindung erhalten bleibt.

Zu diesem Zwecke haben wir das Betulin (I) zunächst einer Dehydrierung mit Kupferpulver bei 300° unterzogen. Dabei wird das primäre Hydroxyl zur Aldehydgruppe und das sekundäre zur Ketogruppe oxydiert; die Doppelbindung bleibt in der Hauptsache unversehrt. Im so erhaltenen, gut krystallisierenden Betulon-aldehyd (Lupen-2-on-ol) (II) konnte die Anwesenheit der Keto- und der Aldehydgruppe durch die Bildung eines Dioxims nachgewiesen werden. Durch Reduktion des Betulon-aldehyds nach der Methode von *Wolff-Kishner* erhielt man erwartungsgemäss das schon bekannte α -Lupen (III). Der Schmelzpunkt und die spezifische Drehung unseres Präparates stimmten mit den in der Literatur für α -Lupen angegebenen überein.

Betulon-aldehyd (II) wurde ferner erhalten bei der Oxydation von Betulin nach *Oppenauer*. Als Wasserstoff-Akzeptor wurde dabei Chinon in Benzollösung verwendet. Daneben konnte in kleiner Menge noch eines der zwei möglichen Zwischenprodukte ($C_{30}H_{48}O_2$) des Überganges von Betulin zum Betulon-aldehyd erhalten werden. Das Acetyl-Derivat des einen der beiden möglichen Isomeren, nämlich der Acetyl-betulin-aldehyd (Acetat des 2-Oxy-lupenals), war schon von *Ruzicka* und *Brenner* durch Oxydation des Betulin-monoacetats mit Chromsäure hergestellt worden. Wir bereiteten jetzt daraus durch alkalische Verseifung den noch unbekannten Betulin-aldehyd (IV). Das Nebenprodukt von der Oxydation des Betulins nach *Oppenauer* erwies sich aber als verschieden vom Betulin-aldehyd und muss daher das Lupenol-2-on vorstellen (V).

Ferner entstand Betulon-aldehyd als Hauptprodukt bei der Einwirkung von Chromsäure auf Betulin unter sehr milden Bedingungen; daneben war aber auch in geringerer

Menge eine Säure isolierbar, die sich als Betulonsäure (VI) erwies. Die gleiche Betulonsäure entstand auch bei der vorsichtigen Oxydation von Betulon-aldehyd mit Kaliumpermanganat. Die Ketogruppe in der Betulonsäure wurde durch Oximierung des Methylesters nachgewiesen. Bei der katalytischen Hydrierung des Betulonsäure-methylesters unter Anwendung von Platinoxid wurden 2 Mol Wasserstoff verbraucht unter Bildung des schon bekannten Dihydro-betulinsäure-methylesters. Das erhaltene Produkt war nach Schmelzpunkt und Mischprobe identisch mit einem Präparat, das früher durch Oxydation von Dihydrobetulin-monoacetat mit Chromsäure, Verseifung der entstandenen Acetyl-dihydro-betulinsäure (VII) und Veresterung der letztern hergestellt worden war. Der Betulonsäure-methylester wurde schliesslich der Reduktion nach *Wolff-Kishner* unterworfen, wobei der Methylester der 2-Desoxy-betulinsäure (VIII) erhalten wurde.

Die in dieser Arbeit beschriebenen Oxydationsprodukte sollen für weitere Umwandlungen Verwendung finden.

die Doppelbindung, *double bond*
 die Hauptsache, *essential*
 Erwartungsgemäss, *according to*
expectation

vorsichtig, *careful*
 schliesslich, *finally*

XV

EINLEITUNG. — PLAN UND ÜBERSICHT ÜBER DEN GANG DER UNTERSUCHUNG

(Aus *Terpene und Campher* von Otto Wallach)

„Die nähere Erforschung der durch ihr Vorkommen in
 „den ätherischen Ölen seit lange bekannten Verbindungen

„hat den Chemikern mancherlei Schwierigkeiten bereitet. „Man unterschied bekanntlich von jeher in den ätherischen „Ölen sauerstoff-freie und sauerstoffhaltige Bestandteile. Die „ersteren erwiesen sich vielfach als Kohlenwasserstoffe der „Formel $C_{10}H_{16}$, und man hat sie Terpene genannt. Unter „den letzteren fand man häufig Körper der Formel $C_{10}H_{16}O$ „und $C_{10}H_{18}O$, welche zu den Terpenen in augenfälliger „Beziehung stehen und welche man mit dem zusammenfas- „senden Namen der ‚Campher‘ bezeichnen kann.

„Namentlich die Terpene wurden bezüglich ihrer Konsti- „tution als ziemlich rätselhafte und für die Untersuchung „schwierige Körper betrachtet, denn wohlcharakterisierte „Verbindungen hatten früher nur in sehr spärlicher Zahl „aus denselben erhalten werden können und namentlich „zeigten sie sich chemischen und physikalischen Einflüssen „gegenüber als höchst veränderliche Substanzen. Daher „fehlt es denn wohl auch, wenn man von einigen sehr wert- „vollen Arbeiten, unter denen z. B. die von Berthelot, „Riban, Tilden, Gladstone, Armstrong, Flavitzky u.a. her- „vorzuheben sind, absieht, an einigemassen zusammen- „hängenden und planmässigen Untersuchungen aus „früherer Zeit.

„Und in der Tat, wenn man einen Blick in die ältere „Literatur der Terpene warf, erschien es auch nicht gerade „verlockend, sich mit dem Gegenstand zu beschäftigen. Es „lag eine kaum überschaubare Fülle von Einzelbeobachtungen „vor. In den Handbüchern wurde eine sehr grosse Anzahl „von Terpenen aufgeführt, die man je nach ihrer Herkunft „mit einem besonderen Namen belegte und die man zum „mindesten bezüglich ihrer physikalischen Eigenschaften „für wirklich different voneinander hielt. Dass einige der „Forscher, welche eingehendere Untersuchungen auf diesem „Arbeitsfeld ausgeführt hatten, sich korrektere und be- „stimmtere Vorstellungen über den Zusammenhang der

„Terpene gebildet haben, als aus der Literatur ersichtlich ist, mag wohl sein. Wirkliche Klarheit war aber jedenfalls in keinem Punkt erreicht. Wollte man solche in das weit verzweigte und verworrene Gebiet hineinbringen, so war folgendes anzustreben:

„Erstens: Es mussten für alle wirklich voneinander verschiedenen Terpene so scharfe und bestimmte **Merkmale der Eigenschaften** festgestellt werden, dass eine Erkennung und Unterscheidung der chemischen Individuen unschwer möglich wurde.

„Zweitens mussten auf Grundlage einer solchen genauen Charakteristik das **Verhalten** und die **gegenseitigen Beziehungen** der einzelnen Kohlenwasserstoffe, namentlich in Rücksicht auf ihre Eigenschaft, ineinander übergehen zu können, ermittelt werden.

„Erst nach Erfüllung dieser beiden Vorbedingungen konnte dann

„Drittens eine nähere Erforschung der einzelnen Verbindungen hinsichtlich ihrer **Konstitution** wirklichen Erfolg versprechen.“ [B. 24 (1891), 1525.]

bekanntlich, *as is known*
von jeher, *ever since, all along*

in der Tat, *in fact*
verlockend, *tempting*

XVI

ÜBER DIE FARBSALZE VON WURSTER

(Aus Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft,
von Richard Willstätter und Jean Piccard)

In der Absicht, einen Beitrag zur Erklärung der Anilinfarben zu geben durch Untersuchung ihrer aromatischen

Muttersubstanzen, haben wir vor vier Jahren die Beschreibung der einfachen Chinonimine begonnen. Die Untersuchung hat wenig zur Erklärung der Art und Intensität der chinoiden Farbstoffe beigetragen, da diese Imine der Erwartung entgegen farblos oder wenig gefärbt waren. Das eigentliche Ziel der Arbeit über Chinonimine wird erst jetzt erreicht, indem wir endlich über die Zusammensetzung der Wursterschen Salze Klarheit schaffen und mit diesen einfachsten Farbstoffen die Anilinfarben vergleichen.

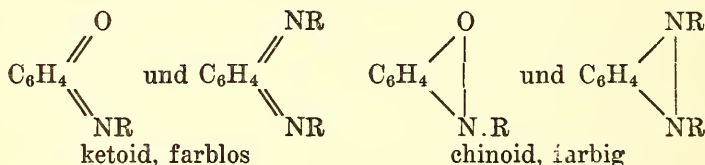
In der Triphenylmethanreihe sind einige den Farbstoffen zugrunde liegende Imine bekannt durch die grossen Arbeiten von Baeyer und Villiger und durch die Mitteilungen von Homolka, sowie von Nölting. Diese Imine sind alle mehr oder weniger gelb, und sie ändern sprunghaft und ganz und gar ihr optisches Verhalten bei der Bildung der Farbsalze.

In der Benzolreihe liegen scheinbar die Verhältnisse gerade so wie bei den Anilinfarbstoffen:

Da sind die Mono- und Di-imine des Benzochinons farblos bis gelb. Es sind aber auch seit langem rote und blaue Farbsalze bekannt, die an Nuance und Intensität den Triphenylmethanfarbstoffen beinahe gleichen. Sie entstehen bei der Oxydation der *p*-Phenylendiamine; es sind die Salze von Wurster. Auf diese Parallele zwischen Benzolreihe und Triphenylmethanreihe in den Iminen und andererseits in den Farbsalzen haben wir in der VI. Mitteilung hingewiesen; wir folgerten: »Die Untersuchung der Chinonimine hat nun als etwas Neues ergeben, dass chinoide Verbindungen in zwei verschiedenen Zuständen existieren.« Und wir nahmen damals an, die Existenz der gefärbten Reihe lasse sich am besten verstehen, wenn man darin nach den Ideen von Baeyers eine andere Natur der Doppelbindung annehme.

Den gelben Iminen und den Farbsalzen (z. B. in der Triphenylmethanreihe) darf man nicht die gleiche Struktur zuschreiben. Das ginge gegen die Umlagerungstheorie von A. Hantzsch: »Jedes Auftreten oder jede Veränderung der Körperfarbe bei der Bildung von Salzen ist auf intramolekulare Umlagerung zurückzuführen.« Wir möchten hinzufügen: die Umlagerung ist auch intermolekular möglich.

Neuerdings hält es Hantzsch für möglich, die intensive Farbe einiger Chinonimine und die Farblosigkeit anderer, naheverwandter Chinonimine durch Strukturverschiedenheit im Sinne der Formel zu erklären:



die Absicht, *intention*
die Erwartung, *expectation*

| scheinbar, *apparently*
bekannt, *known*

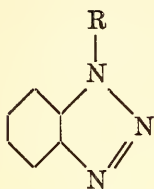
XVII

ÜBER INVERTSEIFEN VI; TRIAZOLIUMSALZE

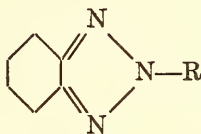
von Richard Kuhn und Otto Westphal

Benztriazol-Alkalisalze reagieren mit Halogenalkylen und Dialkylsulfaten unter Bildung von 1- und 2-Alkylbenztriazolen (I), doch geht die Reaktion unter gewissen Bedingungen bis zu 1.3-Dialkylbenztriazoliumsalzen (II) weiter. Die 1-Alkylbenztriazole sind bekanntlich auch

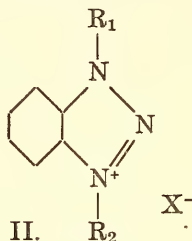
aus *N*-monosubstituierten *o*-Phenylendiaminen und salpetriger Säure oder deren Estern erhältlich. Durch Addition von Halogenalkyl lassen sich daraus Benztriazoliums Salze gewinnen, bei denen die beiden, wahrscheinlich in 1- und 3-Stellung befindlichen Reste R verschieden sind (II).



I a.



I b.



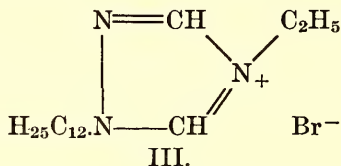
II.

Es war zu erwarten, dass solche Triazoliums Salze, in denen mindestens einer der beiden Reste R langkettig ist, die biologischen Wirkungen von Invertseifen zeigen würden. Dass dabei neben dem quartären N-Atom noch 2 weitere N-Atome im Molekül enthalten sind, war von Interesse im Hinblick auf die von R. Kuhn und H.-J. Bielig festgestellte pH -Abhängigkeit der Einwirkung auf Proteine, Chromoproteide und Symplexe.

Zur Darstellung der höheren Alkyl-triazole, bei denen es sich vermutlich um die 1-Derivate handelt, hat sich die Umsetzung von 1-Chlor-paraffinen mit Benztriazol-kalium bzw. Benztriazol-natrium in Alkohol bei 100—120° als bestes Verfahren erwiesen. Die Ausbeuten betragen 60—80% d. Th., und aus den Mutterlaugen dürften sich noch 2-Alkyl-Derivate gewinnen lassen. Verwendet man die 1-Brom-paraffine, so erhält man — auch bei Anwendung von nur 1 Mol — unter denselben Bedingungen unmittelbar die 1.3-Dialkyl-benztriazolium-bromide (II, $R_1 = R_2$), von denen wir die Diäthyl-, Dibutyl-, Dioctyl-, Dilauryl- und Dibenzyl-Verbindung dargestellt haben. Der Unterschied

in der Reaktionsfähigkeit von Alkylchlorid und Alkylbromid ist hier sehr ausgeprägt.

Zum Vergleich mit den Benzo-1.2.3-triazoliumsalzen haben wir auch das 1.2.4-Triazol durch Umsetzung des Kaliumsalzes mit Laurylchlorid und anschliessende Addition von Äthylbromid in eine Invertseife (III) verwandelt.



Bei der Prüfung an Milchsäurebakterien (*Streptobacterium plantarum*), für die wir Hrn. Dr. E. F. Möller zu danken haben, ergab sich, dass 1.3-Diäthyl-, Dibutyl- und Dibenzyl-benztriazoliumbromid (II, $\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5, \text{C}_4\text{H}_9, \text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$) praktisch unwirksam sind. Die höchste Wirksamkeit entfaltete das 1.3-dioctyl-benztriazoliumbromid (vollständige Hemmung 1:1600000), das doppelt so wirksam war wie die Didodecyl-Verbindung. Der Grössenordnung nach unterschied sich jedoch an den Milchsäurebakterien keines der geprüften Triazoliumsalze (Tafel 1) von den gewöhnlichen Invertseifen, z. B. dem Dodecyl-dimethylbenzyl-ammoniumbromid, das als Standard stets mitgetestet wurde (vollständige Hemmung 1:600000).

Gegenüber pathogenen Erregern, die Frl. Dr. M. von Czernucki-Hrebeljanowitsch am Hygienischen Institut der Universität Heidelberg geprüft hat, zeigte sich (Tafel 2), dass auch hier unter den 1.3-Dialkyl-benztriazolium-Salzen mit $\text{R}_1 = \text{R}_2$ die Dioctyl-Verbindung an der Spitze steht. Anders als bei den Milchsäurebakterien ist aber der Absolutwert des Desinfektionsvermögens der Dioctyl-Verbindung demjenigen der Standardseife erheblich überlegen.

Ganz auffallend in Erscheinung tritt diese Überlegenheit bei den in Tafel 3 angeführten Triazoliumsalzen, die 2 verschiedene R-Reste tragen. Hier hebt sich besonders hervor, das 1-Lauryl-3-äthyl-benztriazoliumbromid, das Staphylokokken noch in einer Verdünnung von 1:600000, Paratyphus B von 1:38500, Colibazillen von 1:200000, Diphteriebazillen von 1:600000, Friedländer-Bakterien von 1:300000 und Streptokokken von 1:300000 bei 10 Min. Einwirkung tötet. Ein so starkes Desinfektionsvermögen ist mit anderen Invertseifen bisher nicht annähernd erreicht worden. Es ist wohl anzunehmen, dass man durch systematische Abänderung der Substituenten Verbindungen wird herstellen können, die gegenüber bestimmten Bakterien noch wirksamer sind.

erhältlich, *obtainable*

wahrscheinlich, *likely, probably*

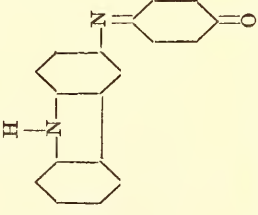
anschliessende, *following*

gegenüber, *toward*

XVIII

Farbstofftabellen 7. Ausgabe, Band I, S. 405, von Gustav Schultz

Nr.	Handelsname und wissenschaftliche Bezeichnung	Konstitution und Herstellung	Literatur	Eigenschaften und Verhalten. Anwendung und Farbton
940.	Hansagrün G , GS [M] Litholgrün GG [B] Helioechtgrün HG [By]	Behandlung von in 8-Stellung nicht substituierten 1.2-Naphtylendiamin- sulfosäuren mit Ferrisalzen (D. P. 244443). Vorschrift für Lacke: 5 kg schwe- felsaure Tonerde werden in 50 l Wasser gelöst und 30 kg Schwerspat zugegeben. 2 kg kalz. Soda in 20 l Wasser, 3 kg Farbstoff in 300 l Wasser und 9 kg Baryumchlorid in 90 l Wasser werden zu obiger Mischung gegeben, der entstandene Farblack wird abgepresst und in Teig oder als Pulver verarbeitet. An Stelle obiger nicht substituier- ten 1.2-Naphtylendiaminsulfosäuren werden auch in 8-Stellung durch Halogene substituierte 1.2-Naphty- lendiaminsulfosäuren verwendet (D. P. 431943).	Erfinder: [M] 1910, 1925. D. P. 224443 (Fr. 10, 279) [M]; 431943 [JG]. Blangey , Zeitschr. ang. Chem. 1927, 1130. Staeble 140. Wagner , Körperfarben 273. Plessow 82 (s. Han- sagrün). Curtis 214, Nr. 492.	In Wasser: mit bläulich- grüner Farbe löslich. Spektrum in Wasser und in Alkohol: Hansagrün G, GS [M] einseitige Absorption in Rot (P- vatmitteilung Formá- nek). Dient: zur Herstellung von Farblacken mit Baryt- und Tonerdesal- zen auf Substraten. Sehr gut lichtecht, auf Kalk verwendbar, was- serlöslich, kaum sprit- löslich, säure-, alkali- und ölecht. Verwend- ung für Anstrich-, Kalk-, Dekorations- und Druckfarben, für Tape- ten und Buntpapiere. Mit Hansagelb ge- mischt sehr lebhafter

Nr.	Handelsname und wissenschaftliche Bezeichnung	Konstitution und Herstellung	Literatur	Eigenschaften und Verhalten. Anwendung und Farbton
941.	Carbazol-Indophenol Carbazolyl-p-benzo- chinonimin.	$C_{18}H_{12}N_2O.$ 	Erfinder: Haas 1908. D. P. 218371 (Fr. 10, 301), 227323 (Fr. 10, 258), 230119 (Fr. 10, 256) [C]. A. P. 919572, 931598 [C]; 1465853 (Gal- raith, Lewcock and Tallantyre). E. P. 2918/09 [C]; 263579 [J]; 201624 (Galbraith, Lewcock a. Tallantyre); 211541	Grün (annähernd von dem Feuer des Schwein- furtergrün) für alle Zwecke. — Lichtechtheit mittel bis gut, Kalk-, Wasser und Öleuchtigkeit gut bis-mit- tel, Spritechtheit gut, hitzeständig bis 150°. — Mittlere Deckkraft (Curtis). Dunkelviolettblaues Pul- ver; in Wasser: un- löslich. In Alkohol: mit rötlich- violetter Farbe in der Wärme löslich. — Mit HCl: unlöslich. — Mit NaOH: unlöslich. — In konz. H_2SO_4 : korn- blumenblaue Lösung. Dient: zur Herstellung von Schwefel- und Küpenfarbstoffen, z. B. von Hydronblau R.

1. Kondensation von Carbazol mit

Nr.	Handelsname und wissenschaftliche Bezeichnung	Konstitution und Herstellung	Literatur	Eigenschaften und Verhalten. Anwendung und Farbton
		p-Nitrosophenol in schwefelsaurer Lösung (D. P. 230119). Vorschrift: 1 kg Carbazol wird in etwa 10 kg Schwefelsäure, spez. Gew. 1,84, gelöst und eine Lösung von 800 g p-Nitrosophenol in etwa 8 kg Schwefelsäure unter Umrühren bei einer 30° nicht übersteigenden Temperatur zugegeben. Die dunkelblaue Lösung wird auf Eis gegeben, der Niederschlag filtriert und gewaschen (D. P. 230119). 2. Oxydation einer Mischung von Carbazol und p-Aminophenol in schwefelsaurer Lösung mit Braunstein (D. P. 227323). Vorschrift: 17 kg Carbazol werden bei einer Temperatur unter 15° in 200 kg konzentrierter Schwefelsäure gelöst; es wird dann eine Lösung von 10,7 kg p-Aminophenol in 110 kg konzentrierter Schwefelsäure zugegeben. Nach dem Abkühlen unter 0° werden unter gutem Umrühren nach und nach 30 kg trockener gepulverter Braunstein 60% zugefügt, wobei die Tempera-	(Burt Bolton a. Haywood Ltd. a. Mills). F. P. 400022 [C]. — Cohn, Carbazol 159. Fierz-David, Farbstoffe 301.	

Nr.	Handelsname und wissenschaftliche Bezeichnung	Konstitution und Herstellung	Literatur	Eigenschaften und Verhalten. Anwendung und Farbton
		tur nicht über 20° steigen soll. Nach Vollendung der Reaktion wird auf Eis gegossen, der Nieder- schlag filtriert und gewaschen. Das dunkelblaue Produkt kann für die Herstellung von Hydronblau R un- mittelbar verwendet werden, zweck- mässig führt man es aber in die Leukoverbindung über und reinigt dieselbe mit Alkohol (D. P. 227323).		



PART III

PHYSICS PASSAGES

I

DYNAMIK: DAS TRAEGHEITSGESETZ

(Aus *Die Relativitätstheorie Einsteins*, von Max Born)

Nach diesen Vorbereitungen wenden wir uns nun der Frage zu, von der wir ausgingen, nämlich in welcher Weise Kräfte Bewegungen erzeugen.

Der einfachste Fall ist der, daß überhaupt keine Kräfte da sind. Dann wird ein ruhender Körper sicherlich nicht in Bewegung gesetzt. Diese Feststellung machten bereits die Alten; sie glaubten aber überdies, daß auch das Umgekehrte gelten müsse: wo Bewegung sei, müßten auch Kräfte wirken, die sie unterhalten. Diese Ansicht führt sogleich auf Schwierigkeiten, wenn man sich überlegt, warum ein geschleudeter Stein oder Speer weiter fliegt, wenn er die Hand verlassen hat; diese ist es offenbar, die ihn in Bewegung bringt, ihre Einwirkung aber ist zu Ende, sobald die Bewegung eigentlich begonnen hat. Die antiken Denker haben viel darüber gegrübelt, welche Kräfte es sind, die die Bewegung des fliegenden Steines aufrechterhalten. Erst Galilei fand den richtigen Standpunkt der Sache gegenüber; er bemerkte, daß es ein Vorurteil sei, anzunehmen, wo Bewegung sei, müsse auch jederzeit Kraft sein. Man müsse vielmehr die Frage stellen, welche quantitative Eigenschaft der Bewegung mit der Kraft in einem gesetzmäßigen Zusammenhange steht, etwa der Ort des bewegten Körpers, oder seine Geschwindigkeit oder seine

Beschleunigung oder eine von diesen allen abhängige kombinierte Größe. ✓ Darüber läßt sich durch bloßes Nachdenken nichts herausphilosophieren, sondern man muß die Natur befragen, und die Antwort, die diese zunächst gibt, lautet so, daß die Kräfte auf die Geschwindigkeitsänderungen Einfluß haben: Zur Aufrechterhaltung einer Bewegung, bei der Größe und Richtung der Geschwindigkeit unverändert bleiben, ist keine Kraft erforderlich, und umgekehrt: Wo keine Kräfte sind, bleibt auch Größe und Richtung der Geschwindigkeit unverändert, also ein ruhender Körper in Ruhe, ein geradlinig und gleichförmig bewegter Körper in geradliniger und gleichförmiger Bewegung.

Dieses Gesetz vom Beharrungsvermögen oder der Trägheit liegt nun aber keineswegs so klar zu Tage, wie sein einfacher Wortlaut vermuten ließe. Denn Körper, die wirklich allen Einwirkungen entzogen sind, kennen wir in unserer Erfahrung nicht, und wenn wir sie uns in der Einbildungskraft vorstellen, wie sie einsam mit konstanter Geschwindigkeit auf gerader Bahn durch den Weltraum ziehen, so geraten wir sofort in das Problem der absolut geraden Bahn im absolut ruhenden Raume, wovon wir erst später ausführlich zu reden haben werden. Wir verstehen daher vorläufig das Trägheitsgesetz in dem eingeschränkten Sinne, den es bei Galilei hatte.

Wir denken uns einen glatten, genau horizontalen Tisch und darauf eine glatte Kugel; diese wird von ihrem Gewichte auf den Tisch gedrückt, wir stellen aber fest, daß wir keine merkliche Kraft brauchen, um die Kugel auf dem Tisch ganz langsam zu bewegen. Auf die Kugel wirkt offenbar in horizontaler Richtung keine Kraft, sonst würde sie ja nicht an jeder Stelle von selbst in Ruhe bleiben.

Erteilen wir ihr nun aber eine Geschwindigkeit, so rollt sie auf gerader Linie fort und wird nur äußerst wenig verlangsamt. Diese Verlangsamung wurde von Galilei als eine sekundäre Wirkung erkannt, die der Reibung am Tisch und an der Luft zuzuschreiben ist, wenn auch die reibenden Kräfte nach den statischen Methoden, von denen wir ausgegangen sind, nicht nachweisbar sind. Der richtige Blick für die Unterscheidung des Wesentlichen an einem Vorgange von störenden Nebenwirkungen macht eben den großen Forscher aus.

Auf dem Tische ist also jedenfalls das Trägheitsgesetz bestätigt; es ist festgestellt, daß bei fehlenden Kräften die Geschwindigkeit nach Richtung und Größe konstant bleibt.

Folglich werden die Kräfte mit der Geschwindigkeitsänderung, der Beschleunigung, verknüpft sein; wie, läßt sich wieder nur durch die Erfahrung entscheiden.

die Trägheit, *inertia*
 die Vorbereitung, *preparation*
 die Bewegung, *motion*
 umgekehrt, *inverse*
 *unterhalten, *to maintain*

die Beschleunigung, *acceleration*
 geradlinig, *rectilinear*
 gleichförmig, *uniform*
 die Erfahrung, *experience*

II

DER PIEZOELEKTRISCHE EFFEKT

(Aus *Der Ultraschall*, von L. Bergmann)

Im Jahre 1880 entdeckten die Gebrüder Curie die Erscheinung, daß bei manchen Kristallen bei Druck oder Dehnung in gewissen Richtungen auf bestimmten Kristallflächen elektrische Ladungen auftraten. Diese

immer wieder reproduzierbare Erscheinung wurde piezoelektrischer Effekt genannt. Schon diese ersten Versuche zeigten, daß die frei werdenden Ladungen der Größe des mechanischen Druckes bzw. der Dehnung proportional sind; das Vorzeichen der auftretenden Ladungen ändert sich, wenn eine Kompression des Kristalles in eine Dilatation übergeht. Der piezoelektrische Effekt trat bei folgenden Kristallen auf: Turmalin, Quarz, Zinkblende, Natriumchlorat, Weinsäure, Kieselzinkerz, Rohrzucker, Seignettesalz und findet sich, wie neuere Untersuchungen zeigten, auch noch bei vielen anderen Kristallen, die den verschiedensten Kristallklassen angehören. Die Erscheinung ist also nicht an eine bestimmte Kristallklasse gebunden. Das gemeinsame Kennzeichen, das aber alle bisher als piezoelektrisch erkannten Kristalle besitzen, ist das Vorhandensein einer oder mehrerer polarer Achsen bzw. polarer Richtungen oder das Fehlen eines Symmetriezentrums. Unter einer polaren Achse (bzw. Richtung) versteht man in der Kristallographie eine im Kristall gedachte Richtung, bei der vorderes und hinteres Ende nicht gleichwertig, also nicht miteinander vertauschbar sind, mit anderen Worten: durch eine Drehung um irgend eine zur polaren Achse oder Richtung senkrechte Achse um 180° läßt sich der Kristall nicht mit der Ausgangsstellung zur Deckung bringen.

Am Quarzkristall, der heute die größte Verwendung als piezoelektrischer Kristall gefunden hat, sei dies näher veranschaulicht. In Abb. 13 ist die typische Form eines Quarzkristalles wiedergegeben. Bei diesem dem trigonalen Kristallsystem angehörenden Kristall haben wir drei zweizählige polare Achsen, die in der Abb. 13 mit X_1 , X_2 und X_3 bezeichnet sind. Diese Achsen verbinden jeweils zwei gegenüberliegende Kanten des

sechseckigen Prismas, die jedoch nicht gleichwertig sind. Dies erkennt man daran, daß an einer der Kanten die kleinen mit a und b bezeichneten Flächen anliegen, die bei der gegenüberliegenden Kante fehlen. Die vierte Achse Z ist dreizählig und nicht polar, denn eine Drehung um 180° um eine der drei X-Achsen bringt den Kristall mit seiner Ausgangsstellung wieder zur Deckung. Da die Z-Achse in optischer Beziehung eine

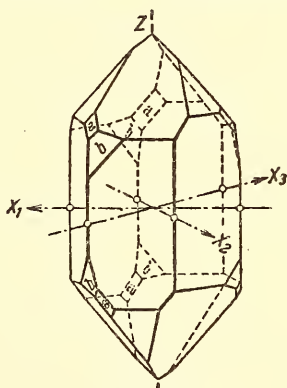


Abb. 13

Symmetrieachse darstellt, wird sie auch als optische Achse bezeichnet. Die polaren Achsen bzw. Richtungen lassen sich nicht nur aus der äußeren Gestalt des betreffenden Kristalles erkennen, auch in physikalischer und chemischer Beziehung ist vorderes und hinteres Ende einer polaren Achse ganz verschieden. So sind z.B. die Ätzfiguren und die Geschwindigkeit des Ätzvorganges an den beiden Enden einer polaren Richtung verschieden. Auch die Piezoelektrizität ist ein Kennzeichen für das Vorhandensein polarer Achsen. Es treten stets bei einer mechanischen Beanspruchung (Druck- oder Dehnung) des Kristalles an den Enden

einer polaren Achse bzw. auf den zur polaren Achse senkrechten Flächen entgegengesetzte elektrische Ladungen auf. Dabei ist es nicht unbedingt notwendig, daß die mechanische Beanspruchung nur in Richtung der polaren Achse erfolgt, sondern es genügt, wenn eine Druck- oder Dehnungskomponente in die Richtung dieser Achse fällt.

Es würde an dieser Stelle zu weit führen, auf den tieferen Grund der piezoelektrischen Erscheinung etwa vom molekulartheoretischen Standpunkt ausführlich einzugehen. Zum Verständnis möge nur soviel gesagt werden, daß durch Druck oder Dehnung in Richtung einer polaren Achse die Abstände zwischen den verschiedenen das Kristallgitter aufbauenden Ionen nicht im gleichen Verhältnis verkürzt werden, so daß unter der Annahme, daß die Gitterteilchen Träger elektrischer Ladungen sind, freie Ladungen entstehen.

die Erscheinung, *phenomenon*
 die Dehnung, *tension*
 die Fläche, *face, surface*
 das Vorzeichen, *sign*
 das Kennzeichen, *characteristic*

die Achse, *axis*
 drehen, *to turn*
 die Kante, *edge*
 ätzen, *to etch*
 den . . . Ionen, see § 16

III

DAS WIEN'SCHE VERSCHIEBUNGSGESETZ

(Aus *Das Naturbild der Neuen Physik*,
 von Arthur Haas)

Der theoretischen Physik entstand somit ein wichtiges, freilich auch äußerst schwieriges Problem in der Frage nach der spektralen Verteilung der Strahlungsenergie. Der Sinn dieser Frage möge durch ein Beispiel erläutert werden, das einem der Physik ganz fernstehenden Gebiet

entnommen werde. Die Volkswirtschaftslehre untersucht die Verteilung des Volkseinkommens auf die verschiedenen Einkommensstufen. Sie konstruiert Stufen des jährlichen Einkommens, die um einen konstanten Betrag (von etwa 100 Mark) steigen mögen, und legt sich nun die Frage vor, welche prozentuellen Bruchteile des gesamten jährlichen Volkseinkommens auf die einzelnen Einkommenstufen entfallen. Jedenfalls wird dann eine Stufe dadurch ausgezeichnet sein, daß ihr prozentueller Anteil am gesamten Volkseinkommen am größten ist. In ganz analoger Weise kann die theoretische Physik das Spektrum nach Wellenlängen abstufen und die grundlegende Frage untersuchen, welche Anteile an der gesamten von einem Körper ausgestrahlten Energie, welche Anteile also an dem gesamten Emissionsvermögen den einzelnen Stufen des Spektrums bei bestimmten Temperaturen zukommen; auch da wird es sich zeigen, daß es in jedem Falle eine bestimmte Stufe des Spektrums gibt, für die dieser Anteil am größten ist. Indem man die Stufen recht klein wählt, läßt sich derart eine bestimmte Wellenlänge ermitteln, für die das sogenannte spezifische Emissionsvermögen am größten ist.

Im Jahre 1893 hat nun Wien auf theoretischem Wege die wichtige Entdeckung gemacht, daß das Produkt aus dieser Wellenlänge und der absoluten Temperatur des strahlenden Körpers eine universelle Konstante darstellt, die man darum die Wien'sche Konstante nennt. Je höher die Temperatur, desto kleiner ist daher die ausgezeichnete Wellenlänge. Die ihr entsprechende Stelle im Spektrum verschiebt sich also mit zunehmender Temperatur in der Richtung von größeren zu kleineren Wellenlängen, also innerhalb des sichtbaren Spektrums in der Richtung von Rot zu Violett. Man bezeichnet darum das von Wien aufgefundene Gesetz als Verschie-

bungsgesetz. Seine Richtigkeit ist durch experimentelle Untersuchungen vollkommen bestätigt worden, und dadurch war es andererseits auch möglich, die Wien'sche Konstante ziemlich genau zu ermitteln.

Die Auffindung des Verschiebungsgesetzes bedeutete einen großen und wesentlichen Erfolg auf dem Wege zu der Lösung des Grundproblems der Strahlungstheorie, nämlich der Frage nach der spektralen Energieverteilung in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur. Diesem Problem gegenüber versagte aber nun die klassische Physik. Wohl führte sie auf zwei ganz verschiedenen Wegen zu zwei verschiedenen Gesetzen, die Lösungen jenes Problems darstellen sollten; aber der experimentellen Prüfung konnte keines der beiden Gesetze Stand halten. Es zeigte sich, daß beide nur ein beschränktes Geltungsgebiet haben und keines allgemeine Gültigkeit besitzt. Die vollständige Lösung des Strahlungsproblems ist erst im Jahre 1900 Planck gelungen, als er die geniale Hypothese des elementaren Wirkungsquantums ersann und sie auf die Strahlungserscheinungen anwandte.

die Verteilung, *distribution*
 die Strahlung, *radiation*
 der Bruchteil, *fraction*
 untersuchen, *to investigate*

der gesamten . . . Energie, *sée*
 § 16
 *verschieben, *to displace*
 gelungen, *see* § 18

IV

DIE NEUE CHEMIE

(Übersetzt aus *The New Chemistry*, von E. N.
 da C. Andrade)

Die ersten Zweifel an der wesentlichen Beständigkeit der Atome erwuchsen mit der Entdeckung der Radio-

aktivität. Es wurde dabei gezeigt, daß gewisse schwere Atome — besonders die von Uran — eine Reihe Veränderungen erlitten, um schließlich Bleiatome zu werden. Dies führte zu der Annahme, daß es gewisse, außergewöhnliche Atomgattungen gäbe, die alle sehr schwer und an sich unbeständig seien, und spontan zusammenbrächen, ohne daß dieser Zusammenbruch in Bezug auf Geschwindigkeit und Beschaffenheit durch die³ dem Laboratorium zugänglichen Kräfte beeinflusbar wäre. Umwandlung, so behauptete man, sei eine naturbedingte Eigenschaft nur bestimmter und besonderer Atomgattungen, und könne in diesen Atomarten nicht verhindert, noch in anderen Arten erweckt werden.

Immerhin hatte sich ein großer Fortschritt vollzogen, und Wissenschaftler gaben zu, daß Atome nicht notwendigerweise unveränderliche Einheiten seien.

Seit dem Krieg hat sich — weitgehend dank der Bemühungen Rutherford's und seiner Schule — die willkürliche Umwandlung der Atome in einer immer größer werdenden Anzahl von Fällen als möglich erwiesen und sich zu einem besonderen Feld der wissenschaftlichen Forschung entwickelt. Tatsächlich handelt es sich hierbei nicht um die Umwandlung wägbarer Mengen, sondern äußerst winziger Größen, die nur mit den jetzt verfügbaren außergewöhnlich feinen Mitteln der Wahrnehmung beobachtet werden können. Jedoch kann das Prinzip ebensowohl bei kleinen Mengen wie bei großen bestätigt werden. Zum Beispiel ist Lithium in Helium, Stickstoff in Sauerstoff umgewandelt worden. Weiterhin sind willkürlich instabile Atome hergestellt worden, die nach ihrer Bildung unter Emission von Strahlungen besonderer Art zusammenbrechen, ganz so wie von Natur aus radioaktive Atome. Die Bildung einer Art eines bekannten Atoms aus einer andern, und

die Herstellung neuer Atomgattungen, die der Chemie bisher unbekannt waren, ist also eine neue, sich schnell entwickelnde Wissenschaft; dieser habe ich den Namen „Die Neue Chemie“ gegeben, im Gegensatz zur alten Chemie, die sich mit der Bildung einer Art von Molekül aus anderen Arten von Molekülen beschäftigt, und mit der Herstellung neuer Molekültypen.

die Beständigkeit, *stability*
verhindern, *to inhibit*

beschäftigen, *to occupy*

V

BESCHREIBUNG DES APERTOMETERS

(Aus *Gesammelte Abhandlungen*, von Ernst Abbe)

Das Apertometer ist dazu bestimmt, eine genaue Messung des Öffnungswinkels irgend eines Objektsystems — Trockensystem oder Immersion — auszuführen; es gewährt zugleich die Möglichkeit, eine bestimmte Angabe über die Apertur zu gewinnen, die nicht durch das Maximum des in Luft gemessenen Winkels begrenzt wird, und die unabhängig bleibt von dem Medium vor der Frontlinse; die vielmehr durch ihre theoretische Bedeutung eine direkte Bewertung des Auflösungsvermögens eines Objektivs ergibt.

Das Prinzip dieser Methode läßt sich in folgender Weise darlegen: Dem Mikroskopobjektiv wird die Rolle eines Fernrohrobjektivs übertragen, das entweder direkt mit dem unbewaffneten Auge oder mit einem, dem terrestrischen Okular vergleichbarem Hilfsmikroskop, so

in Verbindung gebracht wird, daß die Bilder von entfernten Gegenständen in der Nähe der hinteren Brennebene des Systems beobachtet werden können. Es wird nun das angulare Sehfeld des in dieser Weise hergestellten Miniaturfernrohres durch die Beobachtung gemessen; die wirkliche Ausdehnung des Sehfeldes, das bei dem Gebrauche der Linse als Mikroskopobjektiv in Betracht kommt, oder auch nur der zentrale Teil davon, wirkt dabei als die freie Öffnung des Fernrohres. Hiernach wird also das angulare Sehfeld des Fernrohres vollständig identisch mit der angularen Apertur des Mikroskopobjektives. Um nun einen Ausdruck für die Apertur zu erhalten, der unabhängig von dem bei der Beobachtung benutzten Medium ist, wird der angulare Betrag des teleskopischen Feldes unter Vermittlung einer berechneten Skala in einen reinen Zahlenwert — das Produkt des Sinus des halben Öffnungswinkels mit dem Brechungsexponenten des Mediums vor der Frontlinse — übergeführt. Für verschiedene Medien (Luft, Wasser oder Balsam) hat dieses Produkt einen bestimmten Wert, und durch diesen Wert wird für jedes Objektiv die Grenze des Auflösungsvermögens (die geringste Distanz noch getrennt erscheinender Teile) unter Berücksichtigung der Wellenlänge des bei der Beobachtung verwendeten Lichtes festgesetzt.

Der Apparat besteht aus einer halbkreisförmigen Platte aus Kronglas, deren Durchmesser 90 mm (3,5 engl. Zoll) und deren Dicke 12 mm (0,5 Zoll) beträgt, sie ist auf der Oberfläche und der zylindrischen Begrenzungsfläche poliert; außerdem ist unter einem Winkel von 45° zur Oberfläche eine der Richtung des Durchmessers parallele Fläche angeschliffen und ebenfalls poliert. Diese Platte wird auf den Objektisch des Mikroskops gelegt, so daß die horizontal in die zylindrische Fläche

eintretenden Strahlen, infolge der Totalreflexion an der unter 45° zur Oberfläche geneigten Fläche, in das Mikroskop gelangen. Über dem Zentrum des Halbkreises ist ein auf der Unterseite versilbertes Deckgläschen aufgekittet, in dessen Silberschicht sich eine kleine kreisförmige — genau zentral gelegene — Öffnung befindet.

Zwei Zeiger aus geschwärztem Messing mit scharfen Kanten, die auf der Peripherie der Scheibe verschoben werden können, gewähren deutliche Marken für die Beobachtung der Grenzen des teleskopischen Sehfeldes oder der für die mikroskopische Beobachtung wirksamen Apertur irgend eines Objektivs.

Auf der oberen Fläche der Scheibe sind zwei Skalen eingeschnitten, die eine davon gestattet die Ablesung des halben Öffnungswinkels in Luft, die andere zeigt den numerischen Wert der Apertur an, wie er oben definiert worden ist.

Ein Objektiv von etwa 50 mm (2 Zoll) Brennweite mit einer besonders angepassten Blende über der Linse wird dem Apparat beigegeben. Es ist an den Ausziehtubus anzuschrauben und bildet mit dem Okular zusammen das Hilfsmikroskop zur Messung der Apertur der stärkeren Objektive.

abhängig, *dependent*

läßt sich . . ., see § 17

das Fernrohr, *telescope*

*übertragen, *to transfer*

dem . . . Medium, see § 16

die Oberfläche, *surface*

der Durchmesser, *diameter*

*schleifen, *to grind*

VI

RAUM UND ZEIT IN DER KLASSISCHEN
MECHANIK

(Aus *Über die spezielle und die allgemeine
Relativitätstheorie*, von Albert Einstein)

Wenn ich ohne schwere Bedenken und eingehende Erläuterungen die Aufgabe der Mechanik so formuliere : „Die Mechanik hat zu beschreiben, wie die Körper mit der Zeit ihren Ort im Raume ändern“, so nehme ich einige Todsünden gegen den heiligen Geist der Klarheit auf mein Gewissen; diese Sünden sollen zunächst aufgedeckt werden.

Es ist unklar, was hier unter „Ort“ und „Raum“ zu verstehen ist. Ich stehe am Fenster eines gleichförmig fahrenden Eisenbahnwagens und lasse einen Stein auf den Bahndamm fallen, ohne ihm einen Schwung zu geben. Dann sehe ich (abgesehen vom Einfluß des Luftwiderstandes) den Stein geradlinig herabfallen. Ein Fußgänger, der die Übeltat vom Fußwege aus mit ansieht, bemerkt, daß der Stein in einem Parabelbogen zur Erde herabfällt. Ich frage nun: Liegen die „Orte“, welche der Stein durchläuft, „in Wirklichkeit“ auf einer Geraden oder auf einer Parabel? Was bedeutet hier ferner Bewegung „im Raume“? Die Antwort ist nach den Überlegungen des § 2 selbstverständlich. Zunächst lassen wir das dunkle Wort „Raum“, unter dem wir uns bei ehrlichem Geständnis nicht das geringste denken können, ganz beiseite; wir setzen statt dessen „Bewegung in bezug auf einen praktisch starren Bezugskörper“. Die Orte in bezug auf den Bezugskörper (Bahnenwagen oder Erdboden) sind im vorigen Paragraphen

bereits ausführlich definiert worden.²⁰⁰ Indem wir statt „Bezugskörper“ den für die mathematische Beschreibung nützlichen Begriff „Koordinatensystem“ einführen, können wir sagen: Der Stein beschreibt in bezug auf ein mit dem Wagen starr verbundenes Koordinatensystem eine Gerade, in bezug auf ein mit dem Erdboden starr verbundenes Koordinatensystem eine Parabel. Man sieht an diesem Beispiel deutlich, daß es eine Bahnkurve an sich nicht gibt, sondern nur eine Bahnkurve in bezug auf einen bestimmten Bezugskörper.

Eine vollständige Beschreibung der Bewegung kommt aber erst dadurch zustande, daß man angibt, wie der Körper seinen Ort mit der Zeit ändert; d.h. es muß für jeden Punkt der Bahnkurve angegeben werden, zu welcher Zeit der Körper sich dort befindet. Diese Angaben müssen durch eine solche Definition der Zeit vervollständigt werden, daß diese Zeitwerte kraft jener Definition als prinzipiell beobachtbare Größen (Resultate von Messungen) angesehen werden können. Dieser Forderung entsprechen wir auf dem Boden der klassischen Mechanik stehend für unser Beispiel in folgender Weise. Wir denken uns zwei genau gleich beschaffene Uhren; die eine hat der Mann am Eisenbahnwagenfenster, die andere der Mann auf dem Fußwege in der Hand. Jeder der beiden stellt fest, an welcher Stelle des betreffenden Bezugskörpers der Stein sich gerade befindet, wenn die Uhr tickt, die er in der Hand hat. Dabei verzichten wir auf ein Eingehen auf die Ungenauigkeit, welche durch die Endlichkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes hereinkommt. Hiervon und von einer zweiten hier obwaltenden Schwierigkeit wird später ausführlich die Rede sein.

der Raum, *space*

die Erläuterung, *explanation*

| starr, *rigid*

| die Fortpflanzung, *propagation*

VII

DIE KRITISCHEN ERSCHEINUNGEN

(Aus *Theoretische Chemie*, von Walter Nernst)

Erhitzt man eine mit ihrem gesättigten Dampfe in Berührung befindliche Flüssigkeit, so nimmt die Dichte des gesättigten Dampfes sehr schnell zu, weil die Dampftension mit der Temperatur rapide ansteigt; die Flüssigkeit selber, welche sich infolge der Temperaturerhöhung ausdehnt, vermindert umgekehrt fortwährend ihre Dichte. Es fragt sich nun, ob ein Punkt existiert, in welchem Dichte von Flüssigkeit und gesättigtem Dampfe einander gleich werden. Die Untersuchung dieser Frage führte zur Entdeckung der kritischen Erscheinungen, welche von maßgebender Bedeutung für unsere Auffassung der Natur des flüssigen Aggregatzustandes überhaupt geworden sind.

Wie nämlich Cagniard de la Tour entdeckte und Andrews später eingehend untersuchte, beobachtet man beim Komprimieren von Gasen oder beim Erhitzen von in einem Gefäß eingeschlossenen Flüssigkeiten folgendes. Komprimiert man ein Gas, z.B. Kohlensäure, so teilt sich der anfangs homogene Inhalt bei genügend hohem Druck und genügend tiefer Temperatur in zwei, durch eine scharfe Trennungsfläche geschiedene, homogene Teile; es ist mit anderen Worten teilweise Verflüssigung eingetreten. Der Druck, bei dem sie eintritt, entspricht natürlich der Maximalspannung der ausgeschiedenen Flüssigkeit, und er wächst demzufolge mit der Temperatur sehr bedeutend. Es entsteht nun die Frage, ob bei jeder Temperatur, genügend hohem Druck gegenüber, Verflüssigung eintritt, eine Frage, die durch die Versuche der obengenannten Forscher in

verneinendem Sinne entschieden ist. Unterhalb $30,9^{\circ}$ ist z.B. Kohlensäure durch Anwendung von Drucken bis zu etwa 70 Atmosphären in den flüssigen Aggregatzustand überführbar; oberhalb jener Temperatur kann man den Druck beliebig steigern, ohne daß der Gasinhalt inhomogen wird und Verflüssigung stattfindet.

Erwärmt man umgekehrt ein mit flüssiger und gasförmiger Kohlensäure beschicktes Glasrohr, so findet allmähliche Verdampfung statt, weil der Dampfdruck der flüssigen Kohlensäure schneller zunimmt als der Druck in dem gasförmigen Teile infolge der Temperatursteigerung. Bei $30,9^{\circ}$ aber, wo der Dampfdruck auf 70 Atmosphären gestiegen ist, findet Verdampfung der gesamten Flüssigkeitsmenge statt, indem der Meniskus, der die Flüssigkeit vom Gase trennte, nachdem er bereits immer flacher zu werden begonnen hatte, bei dieser Temperatur völlig verschwindet und der Rohrinhalt homogen wird. Kühlt man ab, so erscheint bei der gleichen Temperatur ein Nebel, der sich alsbald als Flüssigkeit auf dem Boden sammelt.

Diese ungemein wichtigen Erscheinungen nennt man die „kritischen“. Die Temperatur, oberhalb der die Flüssigkeit aufhört, existenzfähig zu sein, heißt die „kritische Temperatur“, die Dampfspannung der Flüssigkeit in diesem Punkte der „kritische Druck“ und ihr spezifisches Volumen das „kritische Volumen“. Diese drei Größen sind die jeder einheitlichen Flüssigkeit eigentümlichen kritischen Daten, welche, wie später gezeigt werden wird, für das ganze Verhalten der Gase und Flüssigkeiten charakteristisch sind.

erhitzen, *to heat*
eine . . . Flüssigkeit, see § 16
die Dichte, *density*
ausdehnen, *to expand*

die Kohlensäure, *carbon dioxide*
steigern, *to increase*

VIII

DIE ATOMLEHRE

(Übersetzt aus *The Atom*, von E. N. da C. Andrade)

Seit dem Beginn ernsthaften Nachdenkens über uns und unsere Umwelt erhob sich immer wieder die Frage, woraus die Materie eigentlich besteht. Insbesondere wurde folgendes Problem erörtert: Angenommen wir wären in der Lage ein Stückchen einer Substanz — etwa Kupfer — vorzunehmen und es unbeschränkt zu vergrößern, würden wir dann am Ende feststellen, daß es aus Teilchen mit Zwischenräumen bestünde, die durch gewisse Anziehungskräfte zusammengehalten werden, oder würde sich herausstellen, ganz gleich um wieviel größer wir es annehmen, daß es genau so zusammenhängend beschaffen sei, wie es unvergrößert erschien? Um ein einfaches Gleichnis zu nehmen: Würde es wie ein Häufchen Erbsen oder wie ein Gelee aussehen? Diese Frage kann auch in anderer Form gestellt werden, nämlich so: Angenommen, daß unsere Sinne genügende Schärfe und unsere Instrumente genügende Feinheit besäßen, wäre es möglich ein Stückchen Stoff — etwa Kupfer — unbegrenzt in immer kleinere Fragmente aufzuteilen, oder würden wir schließlich auf ein Fragment stoßen, das nicht weiter teilbar wäre, zumindest nicht ohne weiterhin Kupfer zu sein? Nach der „Häufchen – Erbsen – Theorie“ würden wir aufhören müssen, sobald wir eine einzige Erbse ausgesondert hätten, während wir unser kleines Stückchen Gelee immer wieder zerhacken könnten ohne dabei auf ein als letztes erkenntliches Teilchen zu stoßen.

Die Atomlehre ist die Lehre von dem Häufchen

Erbsen. Sie nimmt an, daß die Materie letzthin aus Körnchen besteht, die Atome heißen, weil sie nicht mehr zerteilbar sind. Denn das Wort „Atom“ kommt aus dem Griechischen, es bedeutet „das Unzerteilbare“. Bis vor zwanzig oder dreißig Jahren glaubte man, daß das Atom durch keinerlei Einwirkung in der Natur oder im Laboratorium auch nur im Mindesten zu beschädigen sei; heute aber wissen wir, daß der Aufbau eines Atoms durch geeignete Einwirkung beträchtlich zu verändern ist. Mit Leichtigkeit können wir die äußeren Bestandteile des Atoms beseitigen; oder allgemeiner gesprochen, kleine Teilchen davon abhacken. Falls wir, um unser Metaphor zu wechseln, die Atome Bausteine nennen, aus denen Teile der Materie — Kupfer, Quecksilber, Kohle, u.s.w., — aufgebaut sind, so würden diese Bausteine nicht etwa darum keine „endgültigen Bausteine“ sein, weil wir, durch gewisse Methoden, kleine Stückchen von ihnen abhacken können. Denn wir können sie nicht in zwei Hälften schneiden und so zwei halbe Bausteine erhalten, mit den gleichen Eigenschaften wie die ursprünglichen Bausteine.

vergrössern, <i>to enlarge, magnify</i>	das Gleichnis, <i>simile</i>
der Zwischenraum, <i>space</i>	beseitigen, <i>to remove</i>
die Anziehung, <i>attraction</i>	

IX

ÜBER ISAAC NEWTON'S „OPTICKS“

(Aus *Grosse Naturforscher*, von Philipp Lenard)

Diese von Newton so eingehend, klar und mit staunenswerter Vorsicht dargelegten Ergebnisse hatten lange ein eigentümliches Schicksal: sie stießen auf zum Teil

heftigen Widerspruch. Am meisten ist wohl aus späteren Jahren Goethe's Hervortreten in seiner „Farbenlehre“ in dieser Hinsicht bekannt geworden; aber auch sogleich nach Erscheinen von Newton's Veröffentlichungen wurden viel Einwände laut. Wie auch sonst oft in der Geschichte der Wissenschaft, gründlichen Arbeiten gegenüber, die Neues fördern, sind daran bloße Mißverständnisse schuld. Solche Mißverständnisse hängen häufig an „Schlagwörtern“, bei deren Erklingen jeder genau zu wissen meint, was dabei zu denken sei, es aber doch nicht weiß. Ein solches übles Schlagwort ist „Farbe“; es kann mindestens dreierlei ganz verschiedene Dinge bedeuten. „Rot“ z.B. kann bedeuten: 1. rotes Licht, d.i. den Lichtstrahl, der ins Auge fallend den Eindruck „Rot“ hervorbringt; 2. kann „Rot“ eben diesen Eindruck, die Farbempfindung Rot bedeuten, also einen Vorgang in der wahrnehmenden Person; 3. kann „Rot“ auch einen roten Farbstoff bedeuten, d.i. einen Stoff, der rotes Licht mehr reflektiert, beziehlich durchläßt, als die anderen Lichter und der dadurch aus weissem Licht rotes macht. Es versteht sich, daß der Naturforscher, der die Natur des Lichtes ergründen will, wie Newton, das Erste meinen wird, was übrigens Newton völlig klar auch ausspricht. („Opticks“, I. Buch, Teil 2, Prop. 2, „Definition“.) Ebenso, daß der Mann der Kunst, wie Goethe, dem es in erster Linie auf den lebenden Menschen ankommt, bei „Farbe“ an das Zweite denken wird — jedenfalls zumeist; der Maler mag wohl zumeist das Dritte dabei denken. Mischt der Maler „Gelb“ mit „Blau“ so erhält er „Grün“. Gelbes und blaues Licht geben aber gemischt (ein mehr oder weniger reines) Weiß. Dieses so erhaltene weiße Licht hinwiederum ist zwar für das farbenempfindende Auge,

also im obengedachten zweiten Sinne, durchaus nicht aber im ersten Sinne identisch mit dem Weiß des Tageslichtes, indem letzteres Gemisch aller Farben (diese im 1. Sinne gemeint) ist. Diese Beispiele mögen zeigen — zu weiterer Erläuterung ist hier nicht der Raum — in welche Verwirrung man mit „Farbe“ kommen kann, wenn man nicht, wie Newton in seiner „Opticks“, von ausdrücklich hingestellter scharf gefasster Definition ausgeht.

Die Fragen der Farbe sind heute durch Newton's Vorgehen sämtlich auf feste Grundlage gestellt. Es geschah das durch Beobachtungen bei Versuchen, die teilweise nicht einmal ganz neu waren, an die aber Newton vorher nicht erfasste Schlüsse von allgemeiner Tragweite knüpft, wodurch er eben zu den wertvollen Erkenntnissen gelangt. Man wird aus dem vorher Bemerkten die Wirrnisse ersehen haben, in welche Newton da hineinleuchtete. Daß dies von Newton's Zeitgenossen, und teilweise auch viel später noch, nicht erkannt und also auch nicht anerkannt wurde, hat Newton sehr viel Unbehagen verursacht, das soweit ging, daß er zeitweilig sogar auf wissenschaftliche Betätigung verzichten wollte. Denn die „Royal Society“ (Königliche Gesellschaft), welcher er zuerst seine Ergebnisse mitteilte, erforderte in jedem Falle ein Eingehen auf Einwände und Gegenäußerungen, die ihr zukamen, was reichlich der Fall war, und es war für Newton meist sehr viel mühevoller, die Gedankengänge der „Gegner“ zu entwirren, als Neues aus der Natur selbst zu fördern. — Ueberblickt man heute die so entstandene Literatur, so hat man aufs Bestimmteste den Eindruck von deren vollkommener Nutzlosigkeit; es sind keine neuen Erkenntnisse daraus hervorgegangen. Man sieht daraus auch wieder deutlich, daß große Fortschritte

nur von einzelnen Persönlichkeiten kommen, nicht aber von Gesellschaften, bestünden sie auch aus im Allgemeinen noch so vortrefflichen Leuten. Solche Gesellschaften sollten demnach ihre Aufgabe ausschließlich darin sehen, jene Einzelnen, allzu Seltenen, die als Fortschrittbringer in irgendeiner Richtung sich zu erkennen geben, zu beschützen und zu fördern.

diese . . . Ergebnisse, see § 16 | der Eindruck, *impression*
dreierlei, see § 7 | der Schluss, *conclusion*

X

MOLEKULARE WIRKUNGEN IM STATIONÄREN FELDE

(Aus *Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus*, von Max Planck)

Zur bequemeren Veranschaulichung der Energievorgänge in einem stationären galvanischen Stromkreis hat man häufig das Bild einer in langsamem stationären Strom durch ein festes Röhrensystem mit Reibung hindurchgepressten Flüssigkeit herangezogen. Der Joule'schen Wärme würde dann die Reibungswärme entsprechen, dem Potentialgefälle das Druckgefälle, und der Aufwand von molekularer Energie an der Grenze zweier Leiter würde versinnlicht durch die Tätigkeit eines besonderen Mechanismus, der an der Verbindungsstelle zweier Röhren die Flüssigkeit auf einen höheren Druck aufpumpt.

Indessen leidet dieses Gleichnis insofern an einem grundsätzlichen Mangel, als es von der Richtung des

—Energietransports eine ganz unzutreffende Vorstellung gibt. Denn bei dem Flüssigkeitsstrom fließt die Energie, als mechanische Arbeit des auf der bewegten Flüssigkeit lastenden Druckes, in der Richtung der Stromlinien, beim galvanischen Strom aber steht nach dem Poynting'schen Satz die Richtung der Energieströmung senkrecht auf der Feldrichtung und daher auch auf der Stromrichtung. Demnach empfängt ein jeder zylindrischer Stromfaden im Innern eines Leiters seine Joule'sche Wärme nicht etwa durch die Grenzflächen, sondern durch den Mantel des Zylinders, und das entsprechende gilt für den ganzen Leiter. So gelangen wir zu der auf den ersten Anblick sehr seltsam anmutenden Folgerung, daß die Joule'sche Wärme eines Leiters nicht aus den angrenzenden Leitern, sondern aus dem angrenzenden Isolator geliefert wird, durch dessen Grenzfläche die Energie quer gegen die Stromlinien von allen Seiten in den Leiter eintritt. Nun muß selbstverständlich der Isolator wegen des stationären Zustandes seine abgelieferte Energie wieder ersetzt bekommen, und dies geschieht, wie eine nähere Betrachtung lehrt, von den Stellen aus, wo der Isolator die Trennungsflächen je zweier Leiter berührt; denn hier besitzt die elektrische Feldstärke im Isolator sehr große, singuläre Werte. Dies ist natürlich nicht so zu verstehen, als ob an jeder einzelnen solcher Kontaktstelle die Energie in den Isolator ausströmt, da das Vorzeichen der elektrischen Feldstärke im Isolator mit dem der Kontaktspannung E wechselt, während dagegen die Richtung der magnetischen Feldstärke durch die Stromrichtung gegeben ist und von dem Vorzeichen von E nicht beeinflusst wird. Aber die algebraische Summe der Energieströmungen von allen Kontaktstellen aus bedeutet eine Energieabgabe an den Isolator und wird ihrem Betrage nach durch $dt.J.\Sigma E$

dargestellt, wie eine nähere Rechnung bestätigt, auf deren Durchführung wir hier verzichten können.

So fremdartig und so unnötig verwickelt die geschilderte Form der Energiebilanz zunächst erscheinen mag, so entspricht sie doch den wirklichen Verhältnissen weit besser als die in dem oben geschilderten Bilde des Flüssigkeitsstromes auftretende. Denn sobald man von stationären zu wechselnden galvanischen Stromstärken übergeht, treten Erscheinungen auf, welche direkt beweisen, daß der Isolator bei dem Strömungsvorgang keineswegs die passive Rolle spielt, die ihm bei dem mechanischen Bilde des nach außen vollkommen abgeschlossenen festen Röhrensystems zuerteilt wird. Schon der Umstand, daß bei der stationären Strömung innerhalb des Isolators ein elektromagnetisches Feld, also auch elektromagnetische Energie vorhanden ist, zeigt, daß derselbe bei dem Vorgang der Strömung nicht ganz unbeteiligt sein kann. In der Tat muß beim Erregen eines galvanischen Stromes dem Isolator, der ursprünglich, beim stromlosen Zustand der Leiter, elektromagnetisch neutral war, die Energie, die er für den stationären Strömungszustand braucht, von dem Leitersystem, also von der molekularen Energie an den Kontaktflächen, geliefert werden, und dieser Energiebetrag kehrt bei Unterbrechung des Stromes entweder in das Leitersystem zurück, oder er verliert sich, bei sehr jäher Unterbrechung, nach außen in den unendlichen Raum.

einer . . . Flüssigkeit, see § 16
das Gefälle, *slope, gradient*
der . . . Folgerung, see § 16

strömen, *to flow*
erregen, *to generate*
die Unterbrechung, *interruption*

XI

DIE ANALYSE VON KRISTALLEN MIT DEN
ROENTGEN-STRAHLEN-SPEKTROMETER

(Übersetzt aus *Proc. Roy. Soc. A.* 89, 468,
von W. L. Bragg)

In einer früheren Mitteilung an die Royal Society (A. 89, 249) wurde ein Versuch gemacht, für gewisse Kristalle, die genaue Natur des beugenden Systems zu bestimmen, das die Laueschen X-Strahlen-Beugungsphotographien hervorruft. Die zur besonderen Untersuchung herangezogenen Kristalle waren die isomorphen Alkalihalogenide NaCl, KCl, KBr, KJ. Wie bei den ursprünglichen Versuchen von Laue und seinen Mitarbeitern brachte man einen dünnen Schnitt des Kristalles in den Weg eines engen Bündels von X-Strahlen, worauf die durch den Kristall gebeugte Strahlung auf die photographische Platte einwirkt. Durch die Feststellung, welche Unterschiede in der Photographie hervorgerufen wurden, wenn man in den Kristallen die schwereren durch leichtere Atome ersetzte, kam man zu einer bestimmten Anordnung für die beugenden Punkte des Kristallgitters.

Wenngleich es bei diesen einfachen Salzen möglich war, die Lage der Atome von Alkali-Metall und Halogen, die die Elemente des räumlichen Beugungsgitters bilden, festzustellen, ist doch dies Verfahren, das als photographische Methode bezeichnet werden soll, nur von sehr beschränkter Anwendungsmöglichkeit. Nur die außerordentlich einfache Natur der Struktur von Natriumchlorid ermöglichte dessen Analyse. Andererseits liefert das X-Strahlenspektrometer, welches W. H.

Bragg zur Untersuchung der Reflexion von X-Strahlen an Kristallen vorgeschlagen hat eine viel wirkungsvollere Methode zur Untersuchung der Struktur von Kristallen.

Das photographische Verfahren arbeitet so, daß ein Bündel von „weißer“ X-Strahlung auf den Kristall geworfen wird; und dann vergleicht man die Stärke der von verschiedenen Arten von Ebenen (Netzen) des Punktsystems, in dem die Atome angeordnet sind, reflektierten Bündel. Das X-Strahlenspektrometer benutzt eine monochromatische Strahlung, und die Flächen werden im einzelnen nacheinander untersucht. Zuerst ergibt das Spektrometer den Abstand in Zentimetern zwischen den einzelnen, zur untersuchten Fläche parallelen Ebenen. Ueberdies zeigt die Prüfung, wenn die aufeinander folgenden Ebenen von gleicher Zusammensetzung sind. Wenn andererseits die Ebenen in Gruppen vorkommen, so daß jede Gruppe mehrere Ebenen von verschiedener Natur enthält, so kann das Instrument, wie sich hoffentlich aus den weiterhin angeführten Ergebnissen zeigen wird, den genauen Abstand und die relativen Massen der Ebenen dieser Gruppen liefern. Dies bedeutet, daß wir hinreichend viel Gleichungen erhalten können, um die Struktur irgendeines Kristalles, einerlei wie kompliziert sie sei, aufzulösen, wenngleich die Lösung nicht immer leicht zu finden ist. In der vorliegenden Mitteilung möchte ich die Auflösung der Frage für verschiedene Kristalltypen mitteilen. Für viele der experimentellen Ergebnisse bin ich meinem Vater verbunden; die übrigen sind in Leeds mit einem der von ihm konstruierten Spektrometer erhalten worden.

Parallel zu irgendeiner seiner möglichen Flächen kann man einen Kristall als aufgebaut aus einer Reihe von

Ebenen betrachten. Jede Ebene geht durch die Mittelpunkte von einer oder mehreren Scharen von Atomen, die in allen Beziehungen gleich sind. Die aufeinanderfolgenden Ebenen, die man trifft, wenn man in einer Richtung senkrecht zur betrachteten Fläche fortschreitet, brauchen nicht identischen Charakter zu haben. Sie können jedoch immer derart in Gruppen eingestellt werden, daß jede Gruppe eine von jeder Art der Ebenen enthält, die in unveränderlicher Ordnung angeordnet sind. Es wird vorgeschlagen, den Abstand zwischen den Gruppen mit $d(h, k, l)$ zu bezeichnen, wenn hkl die Indizes der Kristallfläche sind. Das Muster der Anordnung der Ebenen wiederholt sich im Abstand von $d(h, k, l)$.

Als Beispiel für die Anordnung dieser Ebenen können wir den kubischen Kristall von Natriumchlorid, NaCl , wählen. Die Struktur dieses Kristalles ist in der oben zitierten Abhandlung erläutert worden.

beugen, *to diffract*
 die . . . Kristalle, see § 16
 der Schnitt, *section*

zwischen den einzelnen . . .
 Ebenen, see § 16
 der Abstand, *distance*
 das Muster, *pattern*

XII

Aus „der Einleitenden Uebersicht zu den Versuchen“ zu
*Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen
 Kraft*, von Heinrich Hertz

Jene Aufgabe der Akademie, welche mich bis hierher geleitet hatte, war offenbar seinerzeit von Herrn von Helmholtz in folgendem Zusammenhange gestellt

worden. Wenn man von den Sätzen der Elektrodynamik ausgeht, welche damals allgemeine Anerkennung fanden so gelangt man zu den damals durchaus nicht allgemein anerkannten Gleichungen der Maxwell'schen Theorie durch Hinzunahme der Voraussetzungen: erstens, daß die Veränderungen der dielektrischen Polarisationen der ponderablen Nichtleiter dieselben elektrodynamischen Kräfte ausüben wie gleichwertige Ströme; zweitens, daß die elektrodynamischen Kräfte ebenso gut wie die elektrostatischen die dielektrischen Polarisationen zu erregen im Stande sind; drittens, daß der Luftraum und der leere Raum selber sich in diesen Beziehungen wie jedes andere Dielektricum verhalten. Die Ableitung der Maxwell'schen Gleichungen aus der älteren Anschauung und aus Voraussetzungen, welche den angeführten gleichwertig sind, hat von Helmholtz in seiner Abhandlung „Ueber die Bewegungsgleichungen der Elektrizität für ruhende leitende Körper“ am Schluß derselben gegeben. Da die Aufgabe, alle drei Voraussetzungen und damit die Richtigkeit der ganzen Maxwell'schen Theorie zu erweisen, eine unbillige Forderung schien, so hatte sich die Akademie begnügt, die Bestätigung einer der beiden ersten zu verlangen.

Die erste Voraussetzung war nunmehr als richtig erwiesen. Ich dachte eine Zeit lang daran, nun zunächst die zweite in Angriff zu nehmen. Unmöglich schien die Prüfung derselben jetzt keineswegs; ich goß zu dem Ende geschlossene Ringe von Paraffin. Es fiel mir aber während der Arbeit auf, daß sich das Hauptinteresse der neuen Theorie eigentlich nicht an die Folgerungen der ersten beiden Voraussetzungen knüpfe. Wären für einen bestimmten Isolator die erste und die zweite Voraussetzung als richtig erwiesen, so wäre

gezeigt, daß sich in diesem Isolator Wellen der von Maxwell vermuteten Art fortpflanzen könnten, mit einer endlichen Geschwindigkeit, welche vielleicht von der des Lichtes sehr weit abweiche. Dies konnte aber nicht sehr überraschen, nicht mehr, als etwa der längst bekannte Umstand, daß sich in Drähten die elektrische Erregung mit großer aber endlicher Geschwindigkeit fortpflanzte. Ich mußte mir sagen, daß der Kernpunkt, der Sinn und die Besonderheit der Faraday'schen und damit der Maxwell'schen Anschauung in der dritten Voraussetzung liege, daß es also ein würdigeres Ziel sei, wenn ich mich geradeswegs auf diese wandte. Für den Luftraum die erste und die zweite Voraussetzung gesondert zu prüfen, sah ich keine Möglichkeit; beide Voraussetzungen aber waren zugleich bewiesen, wenn es gelang, eine endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit und Wellen im Luftraum nachzuweisen. Einige erste Versuche hierzu, welche ich bei kürzeren Abständen vorgenommen und welche in den vorigen Abhandlungen erwähnt sind, waren allerdings mißglückt. Aber inzwischen war es gelungen, die Induktionswirkung bis auf 12 m Entfernung wahrzunehmen; in dieser Entfernung mußte sich die Phase der Bewegung schon mehr als einmal umgekehrt haben, es kam nur darauf an, diese Umkehr nachzuweisen. So entstand der Plan, dessen Ausführung in der Arbeit „Ueber die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrodynamischen Wirkungen“ dargelegt ist. Die ersten Schritte der Ausführung gelangen leicht. In gerade gespannten Drähten entstanden mit überraschender Schärfe durch Reflexion die stehenden Schwingungen mit Knoten und Bäuchen, welche gestatteten, die Wellenlänge genau zu bestimmen und die Phasenänderung längs des Drahtes festzustellen. Ebenso schnell gelang es, die durch den Draht und die durch

die Luft fortgeleitete Wirkung zur Interferenz zu bringen und also ihre Phase zu vergleichen.

der Satz, *sentence, law*

gelangt, *see § 18*

die Voraussetzung, *assumption*

der Kernpunkt, *gist*

der Knoten, *node*

XIII

DIE STRUKTUR DES RAUMES NACH DER ALLGEMEINEN RELATIVITÄTSTHEORIE

(Aus *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*, von Albert Einstein)

Gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie sind die geometrischen Eigenschaften des Raumes nicht selbstständig, sondern durch die Materie bedingt. Man kann daher über die geometrische Struktur der Welt nur etwas schließen, wenn man den Zustand der Materie als bekannt der Betrachtung zugrunde legt. Wir wissen aus der Erfahrung, daß bei passend gewählten Koordinatensystem die Geschwindigkeiten der Sterne klein sind gegenüber der Geschwindigkeit der Lichtausbreitung. Wir können deshalb die Beschaffenheit der Welt im großen in rohester Annäherung erfahren, indem wir die Materie als ruhend behandeln.

Wir wissen bereits aus früheren Überlegungen, daß das Verhalten der Maßstäbe und Uhren durch die Gravitationsfelder, d.h. durch die Verteilung der Materie beeinflusst wird. Hieraus folgt schon, daß von einer exakten Gültigkeit der euklidischen Geometrie in unserer Welt keine Rede sein kann. Aber es ist an sich denkbar, daß unsere Welt von einer euklidischen wenig

abweicht, diese Auffassung liegt um so näher, als die Rechnung ergibt, daß selbst Massen von der Größe unserer Sonne die Metrik des umgebenden Raumes nur ganz minimal beeinflussen. Man könnte sich vorstellen, daß sich unsere Welt in geometrischer Hinsicht analog verhält einer im einzelnen unregelmäßig gekrümmten Fläche, die aber nirgends bedeutend von einer Ebene abweicht, wie etwa die durch schwache Wellen gekräuselte Oberfläche eines Sees. Eine derartige Welt könnten wir passend eine quasi-euklidische nennen. Sie wäre räumlich unendlich. Die Rechnung ergibt aber, daß in einer quasi-euklidischen Welt die mittlere Dichte der Materie null sein müßte. Eine solche Welt könnte also nicht überall mit Materie bevölkert sein; sie böte das unbefriedigende Bild, das wir im § 30 entworfen haben.

Soll es aber in der Welt eine wenn auch noch so wenig von null abweichende mittlere Dichte der Materie haben, so ist die Welt nicht quasi-euklidisch. Die Rechnung ergibt vielmehr, daß sie bei gleichmäßig verteilter Materie notwendig sphärisch (bzw. elliptisch) sein müßte. Da die Materie in Wahrheit im einzelnen ungleichmäßig verteilt ist, wird die wirkliche Welt vom sphärischen Verhalten im einzelnen abweichen, sie wird quasi-sphärisch sein. Aber sie wird notwendig endlich sein müssen. Die Theorie liefert sogar einen einfachen Zusammenhang zwischen der räumlichen Ausdehnung der Welt und der mittleren Dichte der Materie in derselben.

die Annäherung, <i>approximation</i>	gekrümmt, <i>curved</i>
die Gültigkeit, <i>validity</i>	null, <i>zero</i>
selbst, see § 18	eine . . . Dichte, see § 16

XIV

ZUM PRINZIP DER UNERREICHBARKEIT
DES ABSOLUTEN NULLPUNKTES

(Aus *Zeitschrift für Physik*, Bd. 41, Heft 11/12,
von Franz Simon)

Bekanntlich folgt aus dem Verschwinden der Entropiedifferenzen zwischen beliebigen Zuständen eines Systems am absoluten Nullpunkt (N.P.) der Satz von der Unerreichbarkeit dieser Temperatur, so daß man ihn gemeinsam mit dem durch die Erfahrung bestätigten Nullwerden der spezifischen Wärmen als Ausdruck des Nernst'schen Theorems ansehen kann. Nun hatte sich herausgestellt, daß bei gewissen gehemmten Systemen zwar die spezifischen Wärmen, nicht aber die Entropiedifferenzen am N.P. verschwinden, und man könnte daher zunächst der Meinung sein, daß mit Hilfe derartiger Systeme der N.P. erreichbar ist. Verfasser hatte jedoch schon früher einmal darauf hingewiesen, daß dies nicht der Fall ist, und der Beweis dafür soll im folgenden gegeben werden.

Die Prozesse, für die an der erwähnten Stelle experimentell ein Nichtverschwinden der Entropiedifferenzen gezeigt war, sind der Uebergang einer kristallisierten Phase in die unterkühlte amorphe und der zweier getrennter Phasen in die unterkühlte Lösung, und zwar bleibt die Entropie der amorphen Phase bzw. der Lösung, die übrigens prinzipiell bei tiefen Temperaturen instabil sind, größer als die des Kristalls bzw. der getrennten Phasen. Der Ueberschuß der Entropie ist, wie früher näher ausgeführt wurde, dadurch bedingt,

daß die betreffenden Zustände im Zustand der Unordnung eingefroren sind. Der Uebergang zwischen dem Gebiet, in dem sich der dem inneren thermischen Gleichgewicht entsprechende Zustand, der dabei gegenüber einer anderen Modifikation der Substanz instabil sein kann, schnell einstellt, und einem Gebiet, in dem dies mit größenordnungsmäßig verringerter Geschwindigkeit vor sich geht, findet in den beobachteten Fällen in einem sehr engen Temperaturgebiet statt (Einfriertemperatur), so daß die der Einfriertemperatur entsprechende Molekülanordnung bis zum N.P. erhalten bleibt. Zur Erläuterung möge noch betont werden, daß die Einfriertemperatur bei einer Flüssigkeit beispielsweise nicht etwa mit der Schmelztemperatur identisch ist, beim Glycerin liegt sie etwa 100° unterhalb der letzteren. Man kann vielmehr sagen, daß bei der Einfriertemperatur der kontinuierliche Uebergang der unterkühlten Flüssigkeit zum harten Glas stattfindet.

der Nullpunkt, *zero point*
unerreichbar, *unattainable*

hemmen, *to stop, check*
der Beweis, *proof*

PART IV

TRANSLATION OF THE PASSAGES IN PARTS II AND III

CHEMISTRY

I

ETHERS

(From *A Text-Book of Organic Chemistry*,
by Julius Schmidt)

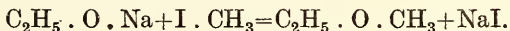
Ethers may be considered to be anhydrides of the alcohols in the same way as metallic oxides are anhydrides of the corresponding hydroxides. According to whether the alkyl radicals united to the oxygen atom are similar or dissimilar, the compounds are known as simple or mixed ethers.

$\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{O} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$
Diethyl ether
(simple ether)

$\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_3$
Methyl ethyl ether
(mixed ether)

They may be prepared :

1. By the interaction of sodium alcoholates with alkyl halides in alcoholic solution :



By this synthesis the structure of the ethers was first established by Williamson.

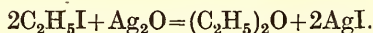
2. By the action of sulphuric acid on alcohols. This method of formation, which is described in detail below, is of great practical importance.

3. Sabatier and Mailhe have developed a general method for preparing ethers and esters, depending on the catalytic action of certain metallic oxides. In this reaction an unstable alcoholate of the metal is produced as an intermediate product. If the vapour of ethyl alcohol is led over precipitated alumina at temperatures between 240° and 260° , the dehydration of the alcohol does not result in the formation of ethylene, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_4$, but extends over two molecules of alcohol to give ether, $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{H}_2\text{O} + (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$. Methyl ether, $\text{CH}_3 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_3$, is obtained even more readily under these conditions, since the formation of an ethylene hydrocarbon is not possible in this case. The unstable alcoholate, $(\text{CH}_3\text{O})_6\text{Al}_2$, is transformed immediately into $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3(\text{CH}_3)_2\text{O}$. Titanium oxide, TiO_2 , thorium oxide ThO_2 , and the blue oxide of tungsten, W_2O_5 , may also be used as catalysts.

The above is an example of the simple and convenient syntheses which have recently been effected with the aid of metallic oxides as catalysts. In a similar manner it is possible to synthesise ethylene hydrocarbons, aldehydes, ketones, thio-alcohols, and primary and secondary amines.

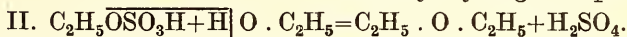
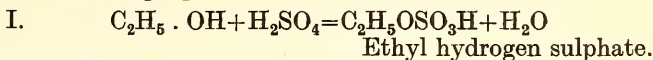
Metallic oxides are therefore very effective media for bringing about catalytic transformations in organic chemistry.

4. By double decomposition between alkyl halides and silver oxide:



Ethers are very mobile liquids of neutral reaction and are only sparingly soluble in water. They are comparatively inactive in a chemical sense and are quite stable towards acids and alkalis. The most important and far the best-known compound of the whole series is ethyl ether $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$. It is prepared technically and in the laboratory by heating a mixture of 9 parts of concentrated sulphuric acid and 5 parts of 90% alcohol to a temperature of 135° - 140° . Ether and water distil over, and a continuous supply of alcohol is allowed to flow into the distillation vessel, where it is immediately acted upon by the regenerated sulphuric acid.

The course of the reaction was explained by Williamson by the following equations :



The crude ether thus obtained is allowed to stand for some time over quicklime to free it from water, alcohol and sulphur dioxide, after which the ether is distilled off on a water-bath at 50° . In order to remove the last traces of alcohol it may be repeatedly shaken with small quantities of water, dried over calcium chloride and finally distilled over sodium.

Properties and Uses.—Ethyl ether is a colourless, extremely mobile liquid, lighter than water and of characteristic smell. It boils at 35.6° and solidifies at -113° . Specific gravity at $0^\circ = .736$. It is miscible in all proportions with alcohol, but is only sparingly soluble in water. One volume of ether dissolves in about eleven volumes of water at 25° , and at the same time the water dissolves to some extent in the ether. (Two volumes per cent. at 12° .) A large number of carbon compounds, such as hydrocarbons and fats, are insoluble in water but dissolve readily in ether, which is therefore of great value as a solvent in organic chemistry. Ether burns with a luminous flame. It is highly inflammable and burns with a bright flame, and its vapour forms an explosive mixture with air. When inhaled for some time it brings about loss of consciousness, and, like chloroform, it is used as an anaesthetic in surgical operations.

II

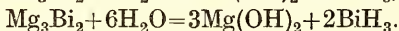
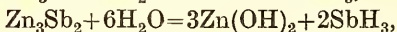
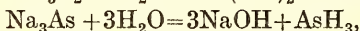
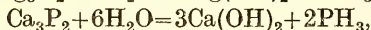
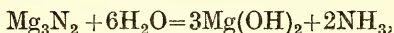
PREPARATION OF PH_3 , AsH_3 , SbH_3 AND BiH_3

(From *A Text-Book of Inorganic Chemistry*,
by Dr. Fritz Ephraim)

Only two of the methods used in the production of NH_3 are applicable without modification to the production of PH_3 , AsH_3 , SbH_3 and BiH_3 ; reduction by nascent hydrogen and hydrolysis of metallic phosphides, arsenides, stibides and bismuthides.

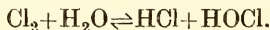
Reduction by nascent hydrogen is carried out in such a way that some soluble compounds of phosphorus, arsenic or antimony in acid solution are acted upon by metals soluble in the acid, usually by zinc. The hydrogen compounds thus prepared generally escape with the excess of unused hydrogen, with which they are mixed in a very small proportion. Although it is not impossible to carry the reduction quantitatively to AsH_3 , it is difficult to effect this owing to the action of the zinc in partially precipitating the more noble arsenic or antimony from solution. The elements thus precipitated are only attacked with difficulty or not at all, though white phosphorus in the presence of zinc and acid gives hydrogen phosphide.

The hydrolysis of metallic phosphides, arsenides, stibides and bismuthides is comparable to that of the nitrides, but proceeds more quickly and gives a better yield. It is the best method of preparing these hydrides :



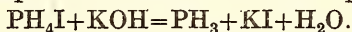
Water effects this hydrolysis in the alkali compounds. In those of the alkaline earths, and particularly of the heavy metals, it is best to assist it by acids, which dissolve up the metallic hydroxide formed. The hydrides formed on decomposition with water are practically free from hydrogen, but when acids are used, they always contain it in larger or smaller quantities. The hydrogen which is formed as the main product in the hydrolysis of bismuthides only contains a few parts of BiH_3 per thousand. The hydrides may be separated from hydrogen by freezing them out.

There are some special methods of preparing phosphine which cannot be used in the preparation of the other hydrogen compounds of this group. The hydrolysis of phosphorus is carried out in the same way as that of chlorine, which gives its hydrogen compound and an oxy-acid :



Phosphorus yields its hydrogen compound, PH_3 , and the lowest of its acids, hypophosphorous acid, H_3PO_2 . Just as with chlorine, the reaction is completed with more difficulty in neutral solution than when the H^+ ions formed are taken up by alkali; (yellow) phosphorus is therefore heated with caustic potash solution. Another method of preparation, again analogous to a method of preparing the chlorine compound, is to heat acids of medium degree of oxidation, H_3PO_2 , H_3PO_3 , or their salts, which decompose in a double reaction into two products, one poorer in oxygen and one richer in oxygen. Just as a chlorate yields chloride and perchlorate on heating, so a hypophosphite decomposes into a phosphate and phosphine.

The phosphine obtained in all these reactions is never pure, but is always mixed with the other hydrides of phosphorus, P_2H_4 in particular. This impurity gives it the property of spontaneous inflammability in air, and it must either be removed by strong illumination or absorbed by solvents (alcohol) or the liquid P_2H_4 condensed by cooling in a freezing mixture. PH_3 is obtained quite pure by decomposing phosphonium iodide with caustic potash:



Bases liberate PH_3 from phosphonium salts even more easily than ammonia from ammonium salts, as on the one hand PH_3 is sparingly soluble in water, and on the other the tendency of phosphonium compounds to dissociate in PH_3 and acid is greater than that of the ammonium compounds. On dilution of an aqueous solution, PH_4I dissociates to such an extent at room temperature that the solubility product of PH_3 is soon exceeded.

III

QUININE AND CINCHONINE

(From *A Text-Book of Organic Chemistry*, by Julius Schmidt)

Cinchona or *Peruvian bark*, which has been used in Europe since the middle of the seventeenth century in the treatment of fevers, is obtained from various trees of the *Cinchona*

family found mainly in Bolivia and Peru. It contains, in addition to a tannin and quinic acid, a series of alkaloids which are closely related to one another in structure. The most important of these are quinine, $C_{20}H_{24}N_2O_2$, to which the curative action of the bark is chiefly due, and cinchonine, $C_{19}H_{22}N_2O$.

Quinine generally crystallises with 3 mols. H_2O , and in the anhydrous condition melts at 177° ; it separates from alcohol and ether in shining needles. It is present in yellow calisaya bark to the extent of 2 to 3%, has an alkaline reaction, a bitter taste, and as a diacid base forms neutral and acid salts. Quinine is one of the most valuable medicines, especially in the treatment of intermittent fevers such as malaria and swamp fever, and is an antidote against many infections caused by micro-organisms.

Cinchonine accompanies quinine and is found in particularly large amounts in grey cinchona bark (*Cinchona Huanaco*), in which it occurs up to 2.5%. It crystallises from alcohol in white prisms, sublimes readily and melts at 255° . As a febrifuge it is less active than quinine.

Quinine and cinchonine are similarly constituted, and therefore the results obtained by the investigation of these compounds have often supplemented one another. In many cases information gained with regard to cinchonine has been applied without modification to quinine. We therefore think it suitable to discuss cinchonine and quinine together.

Both alkaloids were discovered in the year 1820 by Pelletier and Caventou, and their constitutional formulae have been deduced from evidence gradually accumulated from a large number of investigations.

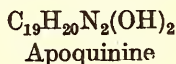
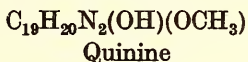
As already stated, the composition of cinchonine is $C_{19}H_{22}N_2O$, and that of anhydrous quinine, as determined by Liebig, is $C_{20}H_{24}N_2O_2$. In their empirical formulae, therefore, these two bases differ in that quinine contains one atom of carbon, one atom of oxygen, and two atoms of hydrogen more than cinchonine.

The molecules of cinchonine and quinine each possess two tertiary nitrogen atoms. One oxygen atom in quinine is contained in a hydroxyl and the other in a methoxyl group.

The presence of a hydroxyl group in quinine is indicated

by several reactions. For example, quinine forms a monobenzoyl derivative (Schützenberger), a monoacetyl derivative (Hesse), and a silver salt of the composition $C_{20}H_{23}AgNO_2$ (Skraup).

The existence of a methoxyl group is shown by the formation of a methyl chloride (accompanied by intramolecular rearrangement) when quinine is heated with hydrochloric acid. In this case the other primary reaction product is apoquinine, which in turn gives a diacetyl derivative and therefore contains two hydroxyl groups,



Proof that the oxygen atom of cinchonine is also present in a hydroxyl group is supplied by reactions similar to those quoted above for quinine, e.g. by the formation of acyl derivatives.

Information as to the position of the hydroxyl group and the general structure of the cinchona alkaloids has been gained largely by the decompositions of these compounds carried out by Skraup, Königs and von Miller.

DECOMPOSITION OF QUININE AND CINCHONINE BY FUSION WITH POTASH AND BY OXIDATION

Fusion of these alkaloids with potash led to the conclusion that cinchonine contains a quinoline or lepidine group, and that quinine is derived from 6-methoxy-lepidine. This is in complete agreement with the results obtained by the oxidation of the alkaloids.

When oxidised with a solution of chromic acid in sulphuric acid solution, cinchonine and quinine break up, on the one hand, into the 4-carboxylic acids of quinoline and of 6-methoxy-quinoline (known respectively as cinchoninic acid and quininic acid), and on the other, into derivatives of pyridine. Hence the molecule of the cinchona alkaloids must contain these two ring systems linked together.

The carboxylic acids of quinoline were soon identified as such, thus establishing the presence of a quinoline nucleus ("quinoline half") in the alkaloids.

On the other hand, the investigation of the pyridine derivatives (cincholoipon, meroquinine, cincholoiponic acid and loiponic acid) proved to be exceedingly difficult, and has only recently been brought to a successful issue. For a long time nothing was known of the constitution of that part of the molecule giving rise to the pyridine compounds, and it was described briefly by Skraup as the "second half" of the cinchona alkaloids. From the following it will be seen that this term is used for the grouping ($C_{10}H_{16}NO$)—which in cinchonine is combined with the quinoline residue (C_9H_8N) and in quinine with 6-methoxy-quinoline residue ($CH_3O \cdot C_9H_5N$).

IV

DETERMINATION OF CHLORINE

(From *Quantitative Chemical Analysis*, by A. Classen)

Chlorine can be determined gravimetrically or volumetrically. For a single determination, or if the solution contains a large proportion of organic substances, the gravimetric method is to be preferred. The volume of solution to be used depends upon the content of chloride.

1. Gravimetric determination. 500-1000 ccm. are concentrated, acidified slightly with nitric acid and precipitated with silver nitrate.

2. Volumetric determination according to the method of Mohr. 16.989 g of fused silver nitrate are dissolved in water and make 1 litre of solution. 1 ccm. of this 1/10 n-silver solution precipitates 0.003546 g. Cl. 1 ccm. of a solution containing 4.791 g. $AgNO_3$ in 1 litre precipitates 0.001 g. Cl. A 10 per cent. solution of potassium chromate serves as an indicator. To 50-100 ccm. of the chloride solution are added 2-3 drops of the chromate solution, and the mixture titrated, with stirring, until the reddish colour becomes permanent. If the solution contains less than 0.025 g. Cl per litre, it must be concentrated beforehand by evaporation. A solution containing a large proportion of organic substances cannot be titrated directly, since the silver solution is partly decomposed by them. If one prefers titration the solution

must be evaporated, the residue heated and afterwards extracted with water to remove the chlorides.

3. Volumetric determination according to the method of Volhard. 50-100 ccm. of the chloride solution is treated with an amount of 1/10 silver nitrate such that there are 1-2 ccm. in excess and well stirred. After the silver chloride has settled, 5 drops of cold saturated iron potassium aluminium solution are added to 50 ccm. of the clear supernatant fluid; followed by enough nitric acid (free from nitrous acid) to discharge the colour due to the iron salt. One then titrates with a 1/10 n-ammonium thiocyanate solution which has been standardised against the silver solution until a permanent light brown colour is obtained. The difference between the volume of the added silver solution and the volume of the used thiocyanate indicates (multiplied by 0.003546) the chlorine content in a gram in the used solution. Solutions poor in chlorine have to be concentrated previously.

V

WATER

(From *A Text-Book of Inorganic Chemistry*,
by Dr. Fritz Ephraim)

Water, when very pure, is a poor conductor of electricity, and the purest conductivity water has a conductivity of about 0.038×10^{-6} reciprocal ohms at 0° . One mm. of water has the same resistance as 40 million kilometres of copper wire of the same cross-section, a length which would stretch round the earth a thousand times. It has been calculated that 1 gram of hydrogen ions and the corresponding 17 grams of hydroxyl ions are contained in 13 million litres of water; for if a gram-molecule of water between two electrodes 1 cm. apart were completely ionised, its resistance would be only 492 reciprocal ohms.

The best method of preparing conductivity water, which is essential for delicate physical measurements especially the conductivity of solutions is to freeze ordinary distilled water. The first crop of ice is very pure, for dissolved

substances remain in the residual liquid, which freezes at a lower temperature. Purification by distillation is more difficult; the water is treated with permanganate to destroy organic matter, and with sodium hydroxide to retain carbon dioxide, and allowed to stand with these reagents for some days. It is then distilled and finally redistilled *in vacuo*, or a slow current of an inert gas (hydrogen) is passed through it. No glass condensers must be used in the distillation, as hot water rapidly attacks glass of all kinds, and a condenser tube of pure tin, or better still, of silver, must be employed. Further, the vessels in which the water is to be kept must be carefully steamed, or alkali will be dissolved from them by the water. Ordinary green bottle glass is fairly resistant to the action of water.

Water has a very high dielectric constant and few liquids approach it in this property. This accounts for the great ionising power of water on salts, acids and bases, for in order that permanent ionisation may occur, the ions must be separated by a medium of high dielectric power or their charges neutralise one another. Very few inorganic liquids (e.g. liquid ammonia and liquid sulphur dioxide) approach water in ionising power, and organic liquids cause but little ionisation. No other liquid shows such regularity in the electrolytic dissociation of dissolved substances, and it is a fortunate circumstance that this cheap solvent is so applicable to all kinds of experimental work.

Quite apart from the property of ionising dissolved substances, water readily dissolves an exceptionally great variety of inorganic substances. This is partly due to the ease with which water combines with many bodies, but sometimes no such simple explanation is found. The formation of hydrates usually increases the solubility, though the hydrates cannot always be isolated in the solid state, as the water of hydration is often so loosely attached that it is set free when an attempt is made to obtain the hydrate. This decomposition invariably occurs with solvated ions, the existence of which can be deduced from various electro-chemical properties of their solutions. The great solubility of hydrogen chloride, for example, can be explained by the assumption that either the ions or the undissociated molecules are surrounded by

a loosely combined envelope of water. The hydrated substances become similar to water in properties, and are miscible with it, for chemical similarity and miscibility often go hand in hand. This is noticeable even in the solid state, when compounds of similar structure form mixed crystals and are isomorphous with one another. It is still more pronounced in the liquid state; thus, metals dissolve in molten metals without chemical reaction, sulphur dissolves in sulphur compounds, hydrocarbons in other hydrocarbons, etc. When, therefore, substances dissolve in water it is often on account of chemical similarity (e.g. they contain a hydroxyl group), or due to their combination with water, which makes them approach water in their properties. When hydration occurs, the heat of solution is often abnormally high.

VI

PREPARATION OF HALOGEN SALTS OF THE MONOVALENT HEAVY METALS

(From *A Text-Book of Inorganic Chemistry*,
by Dr. Fritz Ephraim)

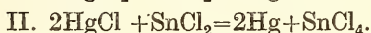
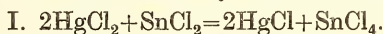
If the low solubility is made use of, the preparation of these halides is simple, for example by mixing solutions containing the halogen ion and the metal ion respectively. Silver and thallium halides are almost exclusively prepared by double decomposition. Others are made synthetically, e.g. mercurous iodide, which can be made by rubbing up mercury and iodine in the proper proportions. The halogen may also be supplied from a metallic halide. Thus, mercurous chloride and bromide can be made by subliming mercuric chloride or bromide with metallic mercury: $\text{Hg} + \text{HgCl}_2 = 2\text{HgCl}$. Cuprous chloride and bromide are prepared by the analogous wet reaction: $\text{Cu} + \text{CuCl}_2 = 2\text{CuCl}$, when copper filings or foil are boiled with cupric chloride solution. The cuprous chloride dissolves in concentrated hydrochloric acid or salt solution, owing to formation of complex compounds— $[\text{CuCl}_2]\text{H}$ or $[\text{CuCl}_2]\text{Na}$ —which are

decomposed by water, and the cuprous chloride is precipitated in minute crystals.

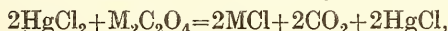
Finally, some of these halogen compounds are formed by decomposition of higher halides, some of which even partly decompose spontaneously. If, for example, auric hydroxide is dissolved in hydrocyanic acid, aurous cyanide, AuCN , is formed instead of the auric salt, $\text{Au}(\text{CN})_3$. Cupric salts also give lower cyanides with evolution of cyanogen when treated with potassium cyanide and gently warmed: $\text{Cu}(\text{CN})_2 = \text{CuCN} + \text{CN}$. Cuprous iodide is similarly formed with liberation of iodine: $\text{CuI}_2 = \text{CuI} + \text{I}$, but part of the iodine remains dissolved in the cuprous iodide, probably forming a compound which contains both uni- and bivalent copper. Such a compound is certainly formed in the dark brown solutions obtained on exposing a hydrochloric acid solution of cuprous chloride to the air. Some higher halides decompose only on heating; thus AuCl_3 decomposes at $170^\circ\text{--}200^\circ$, AuBr_3 at 115° , forming AuCl and AuBr , while AuI_3 decomposes at room temperature. Consequently $\text{Au}(\text{OH})_3$ gives aurous iodide on solution in hydriodic acid, but as the lower iodide is an endothermic compound (heat of formation = -5.5 cal.) it decomposes to some extent into gold and iodine. This decomposition also occurs in the chloride and bromide, but the liberated halogen oxidises the aurous salt to the auric condition: $3\text{AuCl} = \text{AuCl}_3 + 2\text{Au}$, and so the total weight remains unchanged. Therefore AuI does not simply dissolve in potassium iodide but is partly dissociated with precipitation of the metal. The decomposition, however, only proceeds up to a certain concentration of iodine in the solution, and if some free iodine is previously dissolved, the aurous iodide dissolves without separation of gold. The dissociation pressure can be measured, since it is the osmotic pressure of the iodine in a solution of iodine in potassium iodide which just permits aurous iodide to be dissolved without decomposition. This osmotic pressure is considerable, and at room temperature is 95% of that of a saturated solution of iodine in carbon tetrachloride.

In other cases strong reducing agents are necessary. Thus

the dark brown cupric thiocyanate, although very slowly reduced spontaneously to the white cuprous salt, is reduced much more rapidly if sulphur dioxide or ferrous sulphate is added. Cupric chloride is more difficult to reduce, it occurs spontaneously at very high temperatures, and chlorine is lost only at a red heat. But on addition of reducing agents such as bisulphites, stannous chloride, hydrazine, phosphine or hypophosphorous acid the reaction is complete in aqueous solution, and the white precipitate of cuprous chloride is rapidly formed. The same reducing agents also reduce mercuric to mercurous chloride, sulphurous or hypophosphoric acid lead quantitatively to the mercurous stage, but stannous chloride also reduces the mercurous salt with formation of metallic mercury—pure mercurous chloride is only formed when the mercury salt is in excess :



The reduction of mercuric chloride by oxalates is interesting,



as it proceeds hardly at all in the dark, and the rate is so much influenced by the intensity of the illumination that it can be employed as a chemical actinometer.

VII

CARBON MONOXIDE AND ITS DERIVATIVES

(From *Theoretische Grundlagen der organischen Chemie*,
by W. Hückel)

The knowledge that each element is characterised by a definite valency was first gained from organic compounds. The principle of the constant tetravalency of carbon can be applied without difficulty to the great majority of carbon compounds if one introduces the symbolism of multiple bonds. The theory that valency is an invariable

number characteristic of each element cannot be extended to other elements without contradiction. Although to-day the number expressed by the valency can be interpreted by the number of valency electrons of an element, it is in many cases not clear and in particular it is frequently the simplest inorganic compounds which are concerned whether or not the different electrons are effective, e.g. with the five oxides of nitrogen, N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , resp. N_2O_4 , N_2O_5 . The "structure" of such compounds cannot at present be represented satisfactorily either by the straight line bonds of organic chemistry or by electronic formulae. The interpretation of valency as the number of valency electrons permits the explanation of the change of valency on the formation of onium compounds.

The change of valency occurring in the case of most elements is also found in the case of carbon, although comparatively rarely. The tetravalency of carbon can therefore be regarded only as a rule, not as a law. The known exceptions to the rule can be divided into two groups: the so-called bivalent in carbon monoxide and its derivatives, and trivalent carbon in the free radicals. For the latter there are analogies among other elements in cases where the valency appears to be one less than that corresponding to the position in the periodic system, e.g. with nitrogen, oxygen, boron and those elements of the fourth group of the periodic system, which, like carbon, are able to form volatile hydrides and which are situated four places before a rare gas.

The bivalent carbon in carbon monoxide and related compounds constitutes, however, an isolated case. The conception of valency in the usual sense cannot be applied to carbon monoxide itself at all. Because of the striking similarity of the physical properties of carbon monoxide and nitrogen, it is now assumed that the molecular structure of these two substances must be very similar; but it cannot be stated yet how the distribution of the ten valency electrons present in both cases has to be pictured. Two electrons in carbon monoxide probably occupy a special position which causes the formation of molecular compounds with carbon monoxide as well as the formation of metal carbonyls. This

position also plays a role in addition reactions which are ordinarily rather slow : sunlight is required for the formation of phosgene COCl_2 from carbon monoxide and chlorine. But it is also possible that such a special position only arises through suitable perturbations of the carbon monoxide molecule.

Those compounds in which the bivalent oxygen is replaced by a bivalent group can be regarded as derivatives of carbon monoxide. Thus it can be imagined replaced by $=\text{NH}$ or $=\text{N}-\text{OH}$ like e.g. the carbonyl oxygen in aldehydes and ketones. The compounds $\text{C}=\text{N}-\text{H}$ and $\text{C}=\text{N}-\text{OH}$ derived in this way from carbon monoxide are not known in the free state (fulminic acid appears to be stable for a short time in solution). They are, however, known in the form of derivatives, e.g. $\text{C}=\text{N}-\text{CH}_3$ as isonitrile, $\text{C}=\text{N}-\text{O}-\text{Ag}$ as silver fulminate. The free " isohydrocyanic acid " $\text{C}=\text{N}-\text{H}$ rearranges itself to hydrocyanic acid $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$, which according to its physical properties appears to be the first member of the nitrile series $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$ and not of the isonitrile series.

The free fulminic acid $\text{C}=\text{N}-\text{OH}$ is unknown.

Since the work of Nef the presence of bivalent carbon isonitriles is assumed because of the addition at the carbon atoms which can be grouped with the addition reactions of carbon monoxide. Of course the isonitriles could also be represented in a formal way by $\text{R}-\text{N}\equiv\text{C}$ with tetravalent carbon (and pentavalent nitrogen). The same reason has led to the assumption of bivalent carbon in fulminic acid. After what has been said above, naturally the $-\text{N}=\text{C}$ link cannot be compared with an ordinary $-\text{N}=\text{C}-$ double bond.

VIII

MIST AND SMOKE

(From *Colloid and Capillary-Chemistry*,
by Herbert Freundlich)

A mist is definitely regarded as a disperse structure, the dispersion medium of which is gaseous and the disperse

phase liquid. One will not draw any fundamental distinction between cases in which the particles of the disperse phase are exclusively ultramicroscopic, and others in which they are somewhat larger. They cannot be very much larger, otherwise the stability of the mist is slight.

Smoke is a mist, the particles of which are solid, either crystalline or amorphous. The difference between the behaviour of mists and smokes is so small that they are usefully considered together.

CONDITIONS FOR THE FORMATION OF MIST AND SMOKE AND THEIR PREPARATION

As in the case of colloidal solutions, two methods for the preparation of mist and smoke may be distinguished—condensation methods and dispersion methods. In condensation methods we have either the condensation of a supersaturated vapour or the production of a liquid by a chemical reaction in a gas. By the first method, every substance which can be quickly and freely vaporised should be capable of forming a mist.

In order that droplets may separate from a supersaturated vapour, nuclei must be present or must be formed. As regards the velocity of formation of nuclei, the same conditions exist as in supersaturated solution. If the supersaturation is small, the temperature therefore but little lower than the saturation temperature, then the rate of formation of nuclei is also so small that no mist is formed of itself; it is necessary to produce artificial nuclei in order to cause its formation. With strong supersaturation and correspondingly greater cooling of the vapour the velocity of formation of nuclei is so great that nuclei are formed of themselves and a mist results.

More is known of the nature of the substances which, when introduced into the supersaturated vapour, are able to act as nuclei, and of the conditions under which they do so, than of the actual rate of formation of nuclei. Three groups of such nuclei-formers can be named: dust, certain chemical substances, and carriers of electricity. Before we go into them in detail, we will discuss the methods which

are usefully employed in investigating mists.

The vapour jet phenomenon, first described by R. v. Helmholtz, is handy and very sensitive, although more of a qualitative nature. Water is allowed to boil energetically in a vessel and the vapour allowed to issue as a jet through an opening of 1 to 2 mm. diameter into the space to be investigated, in which process heating of the jet by the flame must be avoided. The jet of vapour is examined against a dark background, so that as far as possible light diffracted sideways reaches the eye. At some distance from the point of exit the vapour will be sensibly supersaturated on account of the cooling, but not so strongly that any considerable formation of mist takes place of itself. Under ordinary experimental conditions with the air of a room the jet appears faintly grey, only dimly contrasted with the background. If mist nuclei are introduced at the point at which it is sensitive on account of supersaturation, its appearance changes completely; it becomes either a dense grey white or shows a variety of colours. This difference in appearance depends upon the various sizes into which we shall go later.

IX

PERIPHERAL PROPERTIES OF RADIOACTIVE ELEMENTS

(From *Fundamentals of Physical Chemistry*,
by Arnold Eucken)

A number of radioactive elements behave very peculiarly in respect of their chemical properties. In spite of the abovementioned, strictly characteristic, radioactive properties and many differences in atomic weight, a number of these radioactive substances cannot be separated from each other by any chemical method. As an example we may cite the attempts of Keetman to separate ionium and thorium, which gave negative results in spite of the

greatest care and numerous repetitions. Just as little success was met with in attempts to separate mesothorium I from radium (Soddy, 1911), radiothorium from thorium, uranium I from uranium II, etc. (the radioactive elements of short-life period were less suitable for the purpose of chemical separation). The final products of radioactive transformation (RaG, AcD, ThD) are especially suitable for the comparison of the chemical properties. It was found that, from a chemical viewpoint, it was not only impossible to differentiate them among themselves, but that there was no difference between them and ordinary lead. An identification of RaG or AcD which, without doubt, exist in perceptible amounts in uranium minerals, is not possible by radioactive properties, since they are inactive, but it was to be expected that they would possess an atomic weight approximately one unit lower than ordinary lead. Hönigschmidt and Horovitz, as well as T. W. Richards and Wadsworth, succeeded in demonstrating that the "lead" always found in very pure uranium minerals possessed an atomic weight which was nearly 206, which differs by more than one unit from ordinary lead (207.16). The "lead" from uranium minerals is thus not identical with ordinary lead, but is to be designated as RaG (with some AcD), although not the slightest chemical difference between them can be shown.

In the same way Hönigschmidt showed that the "lead" from a pure thorium mineral had an atomic weight that was only a little smaller than the value 208 required for thorium D.

The chemically inseparable radioactive elements were then, as far as possible, compared with each other by means of several other characteristic physical properties. The visible spectrum was examined with special care.

In the earlier researches (Exner and Haschek, 1912-1915), in which ionium was compared with thorium, and lead with radium G, no difference in the spectra could be shown. In these investigations the accuracy attained in measuring the wavelength was $0.2\text{\AA}$. Only after the accuracy of measurement had been increased to about $0.001\text{\AA}$ by means of an interference method was it possible to demonstrate

differences between the line RaG, ThD and ordinary lead, which were of the order 0.002 to 0.005A. This difference is very slight in comparison with the very large differences in the spectra of chemically dissimilar atoms, and it will be neglected in the following discussion, even though it is a matter of considerable theoretical importance.

It can also be shown that the elements in question are identical (within experimental error) with respect to melting point, molecular solubility, volatility, electrochemical potential, magnetic properties and atomic volume in the solid state.

Since the origin of these properties, and especially the chemical properties, is to be sought for in the periphery of the atom, the following conclusions are reached :

(a) The chemically inseparable elements must have the same constitution in the peripheral part of the atoms, but at the same time the portion in which the radioactive properties are localised must be different. The latter, as distinguished from the periphery, is called the atomic nucleus.

(b) Since the weight of an atom does not appear to be directly connected with its peripheral properties (there are radioactive elements with the same atomic weights and different chemical properties, as well as others with different atomic weights and the same chemical properties), it is not very difficult to suppose that the mass of the atom is not concentrated in the periphery, but in the nucleus. This conception will be completely established later by direct arguments.

X

THE USE OF ENZYMES IN THE ELUCIDATION OF COMPOUNDS OF HIGH MOLECULAR WEIGHT

(From *Medicine in its Chemical Aspects*,
by F. Ziegler)

In the investigation of the constitution of some naturally occurring substances of great molecular complexity such as

the protein bodies and carbohydrates, structural chemistry is confronted by problems no longer capable of solution by chemical procedures hitherto esteemed as classical. The extreme sensitiveness of these substances to chemical interference on the one hand, and the multiplicity of components and prevalence of isomeric forms on the other, make it appear well-nigh impossible, with the use of ordinary methods, to pursue the progressive stages of analysis needed for the determination of the constitution of these giant molecules. Thus has arisen an increasing need to search for new, more delicate and more selective means of investigation.

Side by side with Röntgen analysis, which affords its own particular source of information on molecular symmetry, the method of systematised enzymatic analysis has gained in importance proportionately as problems relating to the production of homogeneous preparations of enzymes and the question attaching to their specificity, have been brought nearer to solution.

Our awareness of the selective action of enzymes is not of recent birth—it is, in fact, older than any definite concept of the enzymes themselves. PASTEUR had already observed that of two optical isomerides of a compound, micro-organisms as a rule show a preference for the one form, and he was able to utilise this stereo-chemical selection on the part of the organisms to produce from a racemic mixture of two opposite isomerides pure laevorotatory tartaric acid—a method which has since found a place in every text-book of organic chemistry. The nature of enzymes, however, and the dependence of their action on the chemical constitution of their substrates, was first clearly recognised by EMIL FISCHER in 1894, who demonstrated in the case of two glucoside-splitting enzymes, invertin and emulsin, that α -methyl glucoside was split off by invertin, but not β -methyl glucoside, and that the enzyme complex of emulsin manifested the opposite specificity. This discovery provided him with reagents for α - and β -glucosidal linkages, which also proved serviceable for similar reactions with other glucosides.

FISCHER clearly realised the significance of enzymes for determining the composition of important natural sub-

stances, and invoked their aid also where expedient for the assay of his synthetic compounds.

His famous simile of the "lock and key," illustrating as it does in the clearest possible manner the relationship existing between substrate and enzyme, still represents to-day the fundamental concept of all knowledge concerned with the specificity of enzymes.

Unfortunately, in the period that followed, too little attention was given to the importance of the data amassed by FISCHER in connection with enzymatic analysis, and indeed, until comparatively recently the method was even regarded with a certain amount of distrust. Not perhaps without reason; for in many cases, owing to incomplete development of the processes involved, their results were often found to be unreliable. The cause of this insecurity lay chiefly in the lack of homogeneity of the enzyme preparations available; cases in which the enzymes, in respect of specificity and occurrence, appeared so conveniently separated as were the α - and β -glucosidases in the fortunate hand of FISCHER are indeed very rare. As a rule, enzymes occur in association with several near neighbours, often of similar activity, so that there is overlapping of the specific spheres of individual components, with the result that the specificity of the whole appears to lack sufficient definition. It is, however, within the narrow and highly selective compass of specificity that their utility for experimental chemical inquiry is best exemplified.



XI

SULFUR ANALOGS OF GLYCOLLIC ACID

(From Beilstein's *Handbook of Organic Chemistry*,
4th Ed., Vol. III)

Ethanethiolic-(2)-acid-(1) $HS \cdot CH_2CO_2H$ and Its Derivatives.

[See p. 260 for compounds, which can be derived from ethanol-(2)-thiolic acid-(1) $HOCH_2CO \cdot SH$.]

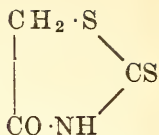
Ethanethiolic-(2)-acid-(1), sulfhydryl acetic acid, mercapto acetic acid, thioglycollic acid $C_2H_4O_2S = HS \cdot CH_2 \cdot CO_2H$. *B. formation:* On treatment of an aqueous solution of glyoxylic acid with H_2S in the presence of silver oxide, besides thiodiglycollic acid and other products (BÖRTINGER, *Annalen* 198, 213, 215). From the dichloride of chloroacetic sulfonic acid $ClO_2S \cdot CHCl \cdot COCl$ with tin and hydrochloric acid (SIEMENS, *Berichte* 6, 659). On boil-

ing of pseudo-thiohydantoin

$$\begin{array}{ccc}
 & CH_2 \cdot S & \\
 & | & \diagdown \\
 & | & C:NH \text{ (Syst. No.} \\
 & | & \\
 & CO \cdot NH & \diagup
 \end{array}$$

4298) with baryta water, besides dicyandiamide (ANDREASCH, *Berichte* 12, 1385). From N.N' diphenyl-pseudo thiohydantoin (Syst. No. 4298) by boiling with alcoholic KOH (LIEBERMANN, LANGE, *Annalen* 207, 123; *Berichte*

14, 1265). On boiling of rhodanin acid

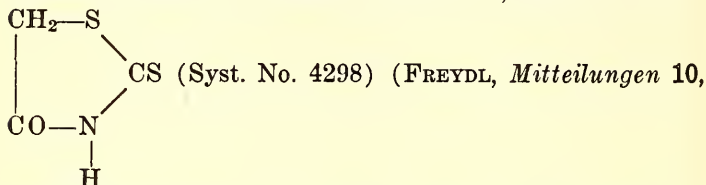


(Syst. No. 4298) with baryta solution (GINSBURG, BONDZYN-SKI, *Berichte* **19**, 117). From the acid $\text{HS} \cdot \text{CS} \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H}$ (page 252) by spontaneous decomposition (HOLMBERG, *J. praktischer Chemie* [2] **75**, 181). From thiocarbonyl-bis-thioglycollic acid $\text{SC}(\text{S} \cdot \text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2$ (page 252) on boiling with water (BIILMANN, *Annalen* **348**, 136) or better, on warming with ammonia (H., *J. praktischer Chemie* [2] **71**, 286). From thioglycollic acid-S-thiocarbonic acid ethylester $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{O} \cdot \text{CS} \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H}$ (page 251) with aqueous ammonia (Bl., *A* **339**, 356; **348**, 122). On heating the potassium salt $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{O} \cdot \text{CS} \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2\text{CO}_2\text{K}$ with water (H., *J. praktischer Chemie* [2] **71**, 271). On reduction of the acid $\text{S}_2(\text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H})_2$ (page 254) with tin and hydrochloric acid. G., Bo., *Berichte* **19**, 117).

Preparation. Chloroacetic acid, dissolved in five times its amount of water, is gradually added, with stirring, to an about 15% solution of potassium hydrosulfide (2 mol), heated for $\frac{1}{4}$ hour on the water bath and the acid isolated as the barium salt (KLASON, CARLSON, *Berichte* **39**, 733)—Technical sodium sulfide ($\text{Na}_2\text{S} + 9 \text{H}_2\text{O}$) is heated to the melting point, powdered sulfur is added and to the aqueous solution of the sodium disulfide, a solution of chloroacetic acid exactly neutralized with soda is added, acidified and the thus formed acid $\text{S}_2(\text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H})_2$ is reduced (FRIEDLÄNDER, CHWALA, *Mitteilungen* **28**, 250) with zinc dust or granulated zinc (HOLMBERG, MATTISSON, *Annalen* **353**, 124). The sodium disulfide can be replaced by alkali or alkaline earth polysulfide. (Kalle & Co., German Patent 180875; Centralblatt 1907 I, 856.)

Liquid, solidifying on strong cooling to needles (KLASON, CARLSON, *Berichte* **39**, 734). Melting point: -16.5° (KLA., CA.). Boiling point at 29 mm: 123° (BIILMANN *Annalen* **339**, 357); B.P. at 16 mm = $107-108^{\circ}$ (KLA. CA.) B.P. at 13 mm = $102.5-103$ (BI., *Annalen* **343**, 123). Density $^{17.3} = 1.326$ (BI.) $D^{20} = 1.3253$ (KLA. CA.). Electrolytic dissociation constant for first step K_1 at $25^{\circ} = 2.91 \times 10^{-4}$ (KLA. CA.) for second step $K_2 = 3.3 \times 10^{-5}$ (WEGSCHEIDER, *Mitteilungen* **23**, 624, 635). The anhydrous thioglycollic acid is readily condensed with loss of water to various glycolide-like products (KLA., CA., *Berichte* **39**, 734). Oxidizes easily (already on standing in air) to the acid $S_2(CH_2CO_2H)_2$ (KLASON, *Berichte* **14**, 410; KLA., CA., *Berichte* **39**, 740). The oxidation of thioglycollic acid with iodine in the presence of sodium bicarbonate proceeds further (KLA., CA., *Berichte* **39**, 741). Thioglycollic acid reacts with quinone to form hydroquinone and $S_2(CH_2 \cdot CO_2H)_2$ (BONGARTZ, *Berichte* **21**, 483). Thioglycollic acid forms with sulfur dichloride $S_4(CH_2CO_2H)_2$ and $S_2(CH_2CO_2H)_2$, with sulfur monochloride $S_4(CH_2CO_2H)_2$, with thionylchloride $S_3(CH_2CO_2H)_2$, with sulfurylchloride $S_2(CH_2 \cdot CO_2H)_2$ (HOLMBERG, *Annalen* **359**, 88, 91, 96). Condenses with formaldehyde to methylene-bis-thioglycollic acid (page 249) (HOLMBERG, MATTISSON, *Annalen* **353**, 125), with acetaldehyde to ethylidene-bis-thioglycollic acid (BONG., *Berichte* **21**, 479). Reacts with acetone in presence of zinc chloride or hydrogen chloride to form dimethyl methylene-bis-thioglycollic acid (BONG., *Berichte* **19**, 1933; **21**, 482). Combines directly with pyruvic acid to the acid $HO_2C \cdot C(CH_3)(OH)S \cdot CH_2 \cdot CO_2H$, whereas in presence of hydrogen chloride the acid $HO_2C(CH_3)(SCH_2CO_2H)_2$ is formed (BONG., *Berichte* **19**, 1933; **21**, 484). Condenses with formic acid in presence of zinc chloride to form methenyl-trithioglycollic acid (Ho., *Annalen* **353**, 131).

Yields on treatment with carbondisulfide and KOH the potassium salt of the acid $\text{HS} \cdot \text{CS} \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H}$ (Ho., *J. praktischer Chemie* [2] **75**, 180). Gives with KCNS in absolute alcoholic solution on treatment with HCl, rhodanic acid



83). Condenses with allyl mustard oil to N-allyl-rhodanic acid (ANDREASCH, ZIPSER, *Mitteilungen* **24**, 504), with phenyl mustard oil to N-phenyl rhodanic acid (AN., ZI., *Mitteilungen* **24**, 500). Gives with benzene diazonium chloride in neutral or acetic acid solution the compound

 $\text{N}_2 \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}_2\text{H}$ which on heating alone or with water yields phenyl thioglycollic acid $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ and nitrogen. Shows analogous reactions with other aryl diazonium chlorides (FRIEDLÄNDER, CHWALA, *Mitteilungen* **28**, 251; Kalle & Co., German Patent 194,040; C 1908 I, 1221). Boiling thioglycollic acid with *o*-chloronitrobenzene and NaOH in alcoholic solution yields *o*-nitro-phenyl thioglycollic acid (FRI., CHW., *Mitteilungen* **28**, 270).

Adding to a solution of thioglycollic acid (or the acidified solution of one of its salts) a drop of ferric chloride (containing 0.1% iron) and then ammonia until alkaline reaction, produces a deep-red to violet coloration which becomes more intense, on shaking in air, with absorption of oxygene (test for thioglycollic acid; very sensitive test for iron) (ANDREASCH, *Berichte* **12**, 1391; KLASON, *Berichte* **14**, 412; GINSBURG, BONDZYNSKI, *Berichte* **19**, 116).

Titrimetric determination with $\frac{\text{N}}{10}$ iodine in alcoholic solution; KLASON, CARLSON, *Berichte* **39**, 740.

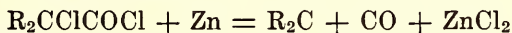
XII

THE PREPARATION OF KETENES

(From *The Ketenes*, by H. Staudinger)

Chapter 1. Preparation of the Ketenes from α -halogen-substituted acid halides.

Up to now, most ketenes have been obtained from halogen-substituted acid halides by treatment with metals in hydroxyl-free solvents and they were formed according to the following equation:

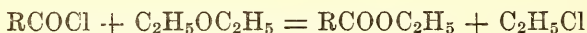


Zinc in the form of filings is the most suitable metal for this reduction, with substances reacting with difficulty, zinc wool can also be employed with advantage. Zinc dust, however, cannot be used because of its water and oxide content; the splitting off of chlorine from diphenyl-chloroacetyl chloride can be effected also by means of magnesium; with aliphatic compounds, e.g., bromo-acetyl-bromide, the use of this metal is unfavorable since side reactions often occur. Finally, both mercury and silver have a halogen-removing effect on acid chlorides but their action is very slow.

As solvent for the preparation of ketenes, anhydrous ether or ethyl acetate are suitable. Zinc chloride and zinc bromide are readily soluble in these solvents and the reaction, therefore, takes place rapidly and vigorously. In benzene and toluene, however, in which they are insoluble, the reaction is retarded. Hydroxylated solvents, such as

alcohol, and also acetone cannot be used for obvious reasons.

Although the described method has proved to be the most advantageous for the preparation of ketenes and has been employed most frequently, it has nevertheless certain disadvantages which limit its value considerably and do not allow the preparation of any desired ketene. First of all, the zinc halide formed in the reaction tends to polymerize the ketene and thus easily-polymerized ketenes, mostly aldo ketenes, are obtained in poor yields. This is not exclusively due to polymerization, but also to the fact that acid chlorides enter into another reaction, too, that is, they are condensed by the zinc chloride. Thus halogen-containing compounds are formed. Furthermore, in ethereal solutions, esters are formed, as a result of the cleavage of the solvent by the zinc chloride, according to the following equation:



Such a formation of esters has been observed previously in numerous instances.

In order to avoid this inconvenience, it has been attempted to use mercury for the cleavage of halogen, from which such side reaction would not be expected. However, with this metal, the results have not been more favorable. The removal of halogen, as has been mentioned previously, proceeds very slowly; with diphenyl-chloro-acetyl chloride, it is completed only after a few days. With bromo-isobutyryl chloride after several weeks. In the last case, the ketene is completely polymerized during this time. Furthermore, in the presence of mercurous chloride, here also cleavage of the ether occurs leading to ester formation (e.g., with bromo propionyl bromide).

XIII

ISOLATION OF LYOCHROM FROM
EGG YOLK (Ovoflavin g)

by P. Karrer and K. Schöpp

The study of the lyochromes from the physiological viewpoint makes the preparation in pure form of flavins of various natural products desirable. Following the isolation of hepaflavin, we now report on the preparation of the crystallized flavin from egg yolk which we call ovoflavin g. The lyochrom from egg white should be named ovoflavine for distinction.

Ovoflavin g crystallizes, like the other flavins, in long needles often united in bundles; however, here again we observed occasionally individual needles without the formation of aggregates.

The melting point was 284° (corr.). In analysis and other behavior, ovoflavin g resembles closely the other flavins, however, it is still doubtful whether it is identical with all of them or some of them. The yield of ovoflavin g was 15 mg analytically pure product from 1000 fresh eggs.

For the further purification of flavins, we have used for a considerable time chromatographic analysis transforming the flavins into their acetyl derivatives, dissolving these in benzene and developing the chromatogram in a column of aluminum oxide. The acetylated flavin is strongly retained by the adsorbent and forms correspondingly only a narrow zone of adsorption. Extraction with methanol-benzol.

The pigment recovered after saponification of the acetyl flavin did not differ either in melting point (283° corr.)

or in analysis (C 54.00 H 5.29%) from the original material.

Data concerning its biological properties are found in the following communication by H. V. Euler.

Experimental

To 20 kg egg yolk from 1000 fresh chicken eggs 45 l alcohol is added with vigorous stirring, and then the thick liquid heated to the boiling point, with continued stirring. For better filtration, the coagulated mass is filtered by suction while hot. The precipitate is once more boiled with about 20 l alcohol. The combined filtrates are concentrated in the vacuum until all alcohol has been distilled off. The very turbid yellow suspension is then several times extracted with ether to remove the carotinoids and precipitated fat components. The aqueous layer is then heated in vacuum for removal of the ether and after cooling, in the Sharples centrifuge freed from colloidal particles. Then the still turbid solution is acidulated with acetic acid, 20 g frakonit is added and stirred for an hour. The centrifuged adsorption mass is then extracted with about 300 cc pyridine solution (2 parts H_2O + 1 part pyridin, 1 part alcohol) stirring for one hour and the extract evaporated to dryness. The residue is treated with hot water, the undissolved matter filtered, to the fluorescent solution acetic acid and 10 g dissolved lead acetate are added, and hydrogen sulfide passed through the solution. The precipitated lead sulfide if it remains in colloidal solution it can be precipitated by the addition of sodium acetate is separated from the no longer fluorescent liquid, washed several times with cold water and then extracted with boiling water. The deep yellowish-green fluorescent extract is adsorbed on lead sulfide twice more, adding acetic acid and 3 g dissolved lead acetate and

forming a precipitate with H_2S . The new aqueous extract, which is weakly acidified with acetic acid, is then concentrated to about 10 cc. On standing for a longer period, the flavin crystallizes in single small rods or bundles of pointed needles. After recrystallization from water, the yield was 14–15 mg, melting point 284° (corr.).

XIV

OXIDATIONS OF THE ALCOHOL GROUPS OF BETULIN

(From *The Investigation of Triterpenes*,
by L. Ruzicka and Ed. Rey)

Most of the hitherto investigated oxidation reactions of betulin yielded products which resulted from attack on the double bond. In this paper, we describe some conversion products of betulin which are formed in the oxidation of the alcohol groups according to various methods but the double bond is retained.

For this purpose, we have subjected betulin (I) to dehydrogenation by copper powder at 300° . In this step, the primary hydroxyl is oxidized to an aldehyde group and the secondary hydroxyl to the keto group, the double bond remaining essentially untouched.

In the thus obtained, well-crystallized betulon aldehyde (lupen-2-on-ol) (II), the presence of the keto and aldehyde groups could be proved by the formation of a dioxime. By reduction of the betulon aldehyde according to the method of Wolff-Kishner, the known α -lupen (III) was obtained as was expected. The melting point and specific

rotation of our derivative agreed with those given in the literature for α -lupin.

Betulon-aldehyde II was also obtained in the oxidation of betulin according to the method of Oppenauer. As hydrogen acceptor, quinone in benzene solution was used.

In addition, one of the two possible intermediates ($C_{30}H_{48}O_2$) of the conversion of betulin into betulon aldehyde could be obtained in small amounts. The acetyl derivative of one of the two possible isomers, i.e., of the acetyl betulin aldehyde (acetate of the 2-oxy-lupenal) had already been prepared by Ruzicka and Brenner by oxidation of betulin monoacetate with chromic acid. We prepared from this the yet unknown betulin aldehyde (IV) by alkaline saponification. However, the by-product of the oxidation of betulin according to Oppenauer proved to be different from betulin aldehyde and must be lupenol-2-on (V).

Betulon aldehyde was also formed as the main product in the reaction of chromic acid and betulin under very mild conditions; in addition, however, small amounts of an acid could be isolated which proved to be betulonic acid. The same betulonic acid is formed also on careful oxidation of betulon aldehyde with potassium permanganate. The keto group in the betulonic acid has been detected by the formation of the oxime of the methyl ester. In the catalytical hydrogenation of the methyl ester of betulonic acid, using platinum oxide, 2 mols of hydrogen were used with the formation of the already known dihydrobutulinic acid methyl ester. The obtained product was according to melting point and mixed melting point identical with a substance which had been previously prepared by the oxidation of dihydrobetulin monoacetate with chromic acid, saponification of the resulting acetyl-dihydro-betulinic acid (VII) and esterification. The methyl ester of betulonic

acid was finally subjected to reduction according to Wolff-Kishner which yielded the methyl ester of 2-desoxy-betulinic acid (VIII).

The oxidation products described in this paper should be used for further conversions.

XV

INTRODUCTION—PLAN AND OUTLINE OF THE COURSE OF INVESTIGATION

(From *Terpenes and Camphor*,
by Otto Wallach)

The precise investigation of compounds long known to occur in essential oils has presented considerable difficulties to chemists. As it is well known, the essential oils have oxygen-free and oxygen-containing ingredients. The first proved often to be hydrocarbons of the formula $C_{10}H_{16}$ and were called terpenes. Among the latter, substances of the formulas $C_{10}H_{16}O$ and $C_{10}H_{18}O$ were often found which are obviously related to the terpenes and can be designated with the general term of camphor.

The terpenes especially were considered substances of rather mysterious structure and difficult to investigate, since only a few known derivatives could be obtained and the terpenes proved very sensitive to chemical and physical influences. Therefore, in the past there were no comprehensive and systematic investigations with the exception of a few very valuable experiments carried out by Berthelot, Ribau, Tilden and others.

In fact, considering the older literature on terpenes, they

did not appear to be a particularly tempting subject of investigation. There was an almost overwhelming wealth of isolated observations. A great many terpenes were listed in handbooks under different names according to their occurrence, which were considered really different at least as far as their physical properties were concerned. It is possible that some investigators who conducted comprehensive experiments in this field had more correct and definite views concerning the relation of terpenes than can be gathered from the literature. At any rate, actual clarity was lacking. In order to introduce it into this ramified and complex field, the following had to be strived at: *First*: To establish for all actually different terpenes sharp and definite characteristics which make it easy to detect and distinguish individual chemical compounds. *Second*: To determine on the ground of these precise characteristics the behavior and mutual relations of the individual hydrocarbons, especially with regard to their ability to change into one another. Only after fulfilling these two conditions would the *third* step, the exact study of individual compounds in regard to their constitution, meet with success.

XVI

ON THE COLOR SALTS OF WURSTER

(From *Berichte der deutschen Chemischen
Gesellschaft* 1909

by Richard Willstätter and Jean Piccard)

With the intention to make a contribution to the explanation of aniline dyes by investigation of their aromatic

parent substances we have begun four years ago a study of the simple quinone-imines. This investigation has contributed little to the explanation of the nature and intensity of the quinoid dyes, since these imines, against expectation, were either colorless or slightly colored. The actual aim of our investigation on quinone-imines has only been reached now when we finally were able to clear up the composition of the Wurster salts and compare these simplest dyestuffs with aniline dyes.

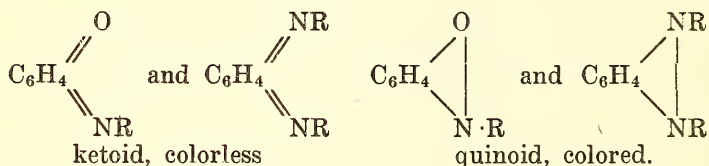
Through the thorough investigations of Bayer and Viliger as well as the communications of Homolka and Nölting some imines which form the basis of the dyes of the triphenyl methane series are known. These imines are all more or less yellow and their optical behavior changes suddenly and entirely on formation of color salts.

In the benzene series, the conditions seem to be quite the same as with aniline dyes. The mono- and diimines of benzoquinone are colorless to yellow. However, red and blue color salts have also been known for a long time, which are almost equivalent to triphenyl methane dyes in color shade and intensity. They are formed in the oxidation of *p*-phenylene diamines; they are the salts of Wurster. In our IVth communication we have indicated the parallelism between the benzene and triphenylmethane series in the amines on one hand and the color salts on the other. We came to the following conclusion: "The investigation of the quinone-imines has shown the new result that quinoid compounds can exist in two states." And we assumed at that time that the existence of the colored series can be best explained by assuming, in accordance with the ideas of von Bayer, a different nature of the double bond.

It is not possible to ascribe the same structure to the yellow imines and to the corresponding color salts (for example in the triphenyl methan series). This would be

contrary to the rearrangement theory of A. Hantzsch: "Each appearance or each change of color in salt formation is due to intramolecular rearrangement." It should be added that: an intermolecular rearrangement is also possible.

Recently Hantzsch has considered the possibility that the intense color of some quinone-imines and the lack of color of other closely-related quinone-imines could be explained by differences in structure as indicated by the following formulae.



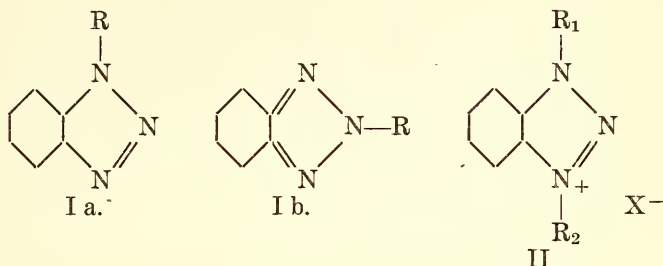
XVII

ON INVERT SOAPS VI; TRIAZOLIUM SALTS

(From *Berichte* 1940, by Richard Kuhn and Otto Westphal)

Benztriazol alkali salts react with halogen alkyls or dialkyl sulfates to form 1- and 2-alkyl benztriazols (I) but under certain conditions, the reaction further proceeds to yield 1,3-dialkyl benztriazolium salts (II). It is known that the 1-alkyl benztriazols can also be obtained from N-monosubstituted *o*-phenylenediamines and nitric acid or their esters. By the addition of halogen alkyl, they yield

benztriazolium salts in which both R groups, probably in positions 1 and 3, are different (II) :

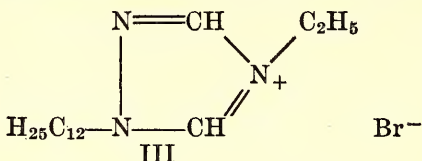


It was to be expected that such triazolium salts in which at least one of the two R groups is a long chain would show the biological action of invert soaps. The fact that two further nitrogen atoms are present in the molecule besides the quaternary nitrogen atom was of interest with regard to the pH dependence of the reaction on proteins, chromo proteids and symplexes established by R. Kuhn and H. J. Bielig.

For the preparation of the higher alkyl triazols, presumably 1-derivatives, the best procedure has proved to be the reaction of 1-chloro paraffins with benztriazol potassium and benztriazol sodium respectively, in alcohol, at 100–120°. The yields are 60–80% of the theoretical value and in addition, from the mother liquors 2-alkyl derivatives are obtainable. If 1-bromo paraffins are used, under the same conditions even when only 1 mol is used, the 1,3-dialkyl benztriazolium bromides are directly obtained of which we have prepared the diethyl, dibutyl, dioctyl, dilauryl and dibenzyl compounds. The difference in reactivity of alkyl chloride and alkyl bromide is here very pronounced.

For comparison with the benzo 1,2,3-triazolium salts, we have converted the 1,2,4-triazol into an invert soap

(III) by the reaction of the potassium salt with lauryl chloride and subsequent addition of ethyl bromide.



Tests on lactic acid bacteria (*Streptobacteria plantarum*), for which thanks are due to Dr. E. F. Möller, show that 1,3-diethyl, dibutyl and dibenzyl benztriazolium bromides (II, R = C₂H₅, C₄H₉, CH₂C₆H₅) are practically inactive. The 1,3 dioctyl benztriazolium bromide showed the greatest reactivity (complete check at 1:1,600,000) which was twice as reactive as the didodecyl compound. However, in the tests on lactic acid bacteria, none of the triazolium salts tested differed regarding the order of magnitude from ordinary invert soaps such as dodecyl-dimethyl-benzyl-ammonium bromide which was used as standard in control tests (complete check 1:600,000).

On pathogenic activators, which were tested by Dr. M. von Czernucki-Hrebeljanowitsch at the Hygiene Institute of the University of Heidelberg, show that here too from the 1,3-dialkyl bentriazolium salts with R₁ = R₂, the dioctyl compound stands at the top. However, contrary to the tests with lactic acid bacteria, the absolute value of disinfecting power of the dioctyl compound is considerably superior to that of the standard soap.

This superiority is striking in the triazolium salts with two different R radicals. Especially prominent is 1-lauryl-3-ethyl benztriazolium bromide, killing staphylococci in 10 minutes in a dilution of 1:600,000, paratyphus B in 1:38,500, bacteria Coli in 1:200,000, diphtheria bacteria in 1:600,000, Friedländer bacteria in 1:300,000 and strep-

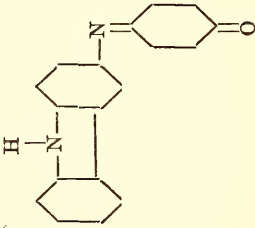
tococci in 1:300,000. Such a strong disinfecting power has never been attained with the other invert soaps. It may be assumed that systematic changes of the substituents will permit the preparation of compounds still more effective against certain bacteria.

XVIII

Page 405 of Volume I (7th Edition) of
the Dyestuff Tables by Gustav Schultz

No.	Commercial Name and Scientific Designation	Constitution and Preparation	Literature	Properties and Behavior Application and Color Shade
940	Hansagreen G, GS [M] Litholgreen GG [B] Heliofastgreen HG [By]	Treatment of 1,2-naphthylene diamine sulfonic acids, non-substituted in the 8 position, with ferric salts (German Patent 244443) Procedure for lakes: 5 kg alumina are dissolved in 50 l water and 30 kg barium sulfate added. 2 kg calcined soda in 20 l water, 3 kg dye in 300 l water and 9 kg barium-chloride in 90 l water are added to the above mixture and the obtained lake separated by pressing and worked into a paste or a powder In place of the above non-substituted 1,2-naphthylene-diamine sulfonic acids, 1,2-naphthylene diamino sulfonic acids, halogen-substituted in the 8 position can be used (German Patent 431943)	Inventor: [M] 1910, 1925 German Patent 224443 (Fr.* 10, 279) [M] 431943 [JG] Blangey, Zeitschr. ang. Chem. 1927, 1130) etc.	In water: soluble with blue-green color. Spectrum: in water and in alcohol: Hansagreen G, GS [M] specific absorption in red (private communication Formanek) Use: for the preparation of lakes with baryta and alumina salts on substrates. Very fast to light, usable on lime, water soluble, slightly soluble in alcohol, resistant to acid alkali and oil; also used in wall paints, lime paints decorative paints and printing inks for wall papers and colored

* Fr. stands for Friedländer.

No.	Commercial Name and Scientific Designation	Constitution and Preparation	Literature	Properties and Behavior Application and Color Shade
941	Carbazol-Indophenol Carbazolyl-p-Benzoinone Imine	$\text{C}_{18}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}$ 	Haas 1908 German Patent 218371, etc.	papers. Mixed with Hansayellow gives very vivid green (approximating the intensity of Schweinfurt green) for all purposes. Fastness to light medium to good. Fastness to lime, water and oil good to medium, heat-resistant to 150°, medium covering power (Curtis). Deep violet blue powder; insoluble in water. Alcohol. Soluble in warm, with red-violet color.— Insoluble in HCl.— Insoluble in NaOH. In conc. H_2SO_4; cornflower blue solution. Use: for the preparation of sulfur and vat-dyes, e.g., Hydron-blue R.

No.	Commercial Name and Scientific Designation	Constitution and Preparation	Literature	Properties and Behavior Application and Color Shade
		1. Condensation of carbazol with p-nitrosophenol in sulfuric acid solution (German Patent 230119). Procedure: 1 kg carbazol is dissolved in about 10 kg sulfuric acid sp. gr. 1.84 and a solution of 800 g p-nitrosophenol in about 8 kg sulfuric acid added with stirring at a temperature not exceeding 30°. The deep-blue solution is poured on ice, the precipitate filtered and washed (German Patent 230119). 2. Oxidation of a mixture of carbazol and p-amino-phenol in sulfuric acid solution with manganese-dioxide (German Patent 227323). Procedure: 17 kg carbazol are dissolved in 200 kg concentrated sulfuric acid at a temperature below 15°; then a solution of 10.7 kg p-amino-phenol in 110 kg conc. sulfuric acid is added. After cooling to below 0° and with good stirring 30 kg dry powdered manganese dioxide 60% is added gradually, while the temperature must not exceed 20°. After completion of		

No.	Commercial Name and Scientific Designation	Constitution and Preparation	Literature	Properties and Behavior Application and Color Shade
		the reaction the mass is poured on ice, the precipitate filtered and washed. The deep-blue product can be used directly for the preparation of Hydron blue R, however, it is preferable to convert it first into the leuco-compound and to purify it with alcohol. (German Patent 227323).		

PHYSICS

I

THE LAW OF INERTIA

(From *Einstein's Theory of Relativity*, by Max Born)

After these preliminaries we revert to the question with which we started, namely as to how forces generate motions.

The simplest case is that in which no forces are present at all. A body at rest will then certainly not be set into motion. The ancients had already made this discovery, but in addition they believed the converse to be true, namely that wherever there is a motion there must be forces that maintain them. This view at once leads to difficulties if we reflect on why a stone or a spear that has been thrown continues to move when it has been released from the hand. It is clearly the latter that has set it into motion, but its influence is at an end as soon as the motion has actually begun. Ancient thinkers were much troubled in trying to discover what forces actually maintain the motion of the thrown stone. Galilei was the first to find the right point of view. He observed that it is a prejudiced idea to assume that wherever there is motion there must always be force. Rather it must be asked what quantitative property of motion has a regular relationship with force, whether it be the place of the moving body, its velocity, its acceleration or some composite quantity dependent on all of these. No amount of reflection will allow us to evolve an answer to these questions by philosophy. We must cross-examine nature, and the answer which she gives is, firstly, that force has an influence in effecting changes of velocity. No force is necessary to maintain a motion in which the magnitude and the direction of the velocity remain unaltered. And conversely, where there are no forces, the magnitude and direction of the velocity remain unaltered; thus a body which is at rest remains at rest and one that

is moving uniformly and rectilinearly continues to move uniformly and rectilinearly.

This law of inertia (or of persistence) is by no means so obvious as its simple expression might lead us to surmise. For in our experience we do not know of bodies that are really withdrawn from all influences from without, and if we use our imaginations to picture how they travel on in their solitary rectilinear paths with constant velocity throughout astronomic space, we are at once confronted with the problem of the absolutely straight path in space absolutely at rest, with which we shall have to deal in detail later on. For the present, then, we shall interpret the law of inertia in the restricted sense in which Galilei meant it.

Let us picture to ourselves a smooth exactly horizontal table on which a smooth sphere is resting. This is kept pressed against the table by its own weight, but we ascertain that it requires no appreciable force to move the sphere quite slowly on the table. Evidently there is no force acting in a horizontal direction on the sphere, otherwise it would not itself remain at rest at *any* point on the table.

But if we now give the sphere a velocity it will continue to move in a straight line and will lose only very little of its speed. This retardation was recognised by Galilei to be a secondary effect, and it is to be ascribed to the friction of the table and the air, even if the frictional forces cannot be proved to be present by the statical methods with which we started. It is just this correct vision, which differentiates what is essential in an occurrence from disturbing subsidiary effects, that characterises the great investigator.

The law of inertia is at any rate confirmed for motion on the table. It has been established that in the absence of forces the velocity remains constant in direction and magnitude. Consequently forces will be associated with the change of velocity, the acceleration. In what way they are associated can again be decided only by experiment.

II

THE PIEZOELECTRIC EFFECT

(From *Ultrasonics and their Scientific and Technical Applications*, by Dr. Ludwig Bergmann)

The brothers Curie discovered in the year 1880 that many crystals when subjected to pressure or tension developed electric charges on definite crystal surfaces. This phenomenon, which could be readily reproduced, was named the piezoelectric effect. It was already shown by these first experiments that the electric charges set free are proportional to the amount of the mechanical pressure or tension; the sign of the charges which appear changes when a compression of the crystal is changed into a tension. The piezoelectric effect was observed in the following crystals: tourmaline, quartz, zinc-blende, sodium chlorate, tartaric acid, siliceous calamine, cane sugar, Rochelle salt; and later investigations have shown that it appears in many other crystals of the most various systems. The phenomenon is therefore not confined to a certain class of crystals, but the common property possessed by all crystals hitherto found to be piezoelectric is the presence of one or more polar axes or directions, or the absence of a centre of symmetry. A polar axis or direction in crystallography is defined as an imagined direction in the crystal, the two ends of which are not equivalent—that is to say, cannot be interchanged. In other words, if the crystal is turned through 180° about an axis at right angles to the polar axis or direction, it cannot be made to coincide with its original position.

Let us make this point clearer by considering the crystal of quartz, which at the present time is the most used for piezoelectric purposes. Fig. 13 shows the typical form of a quartz crystal. It belongs to the trigonal system, and has three twofold polar axes which are indicated in fig. 13 by X_1 , X_2 and X_3 . These axes connect in every case two opposite edges of the six-sided prism, which, however, are not equivalent. This can be seen by the presence on one of the edges of the small faces marked a and b , which are

missing on the opposite edge. The fourth axis Z is threefold and not polar, for by turning the crystals through 180° round one of the three X axes, it may be made to coincide with its initial position. Since the Z axis is an axis of optical symmetry, it is also described as the optical axis. The polar axes or directions are recognisable not only from the external form of the crystal, but also by the fact that their two ends are quite different in physical and chemical respects. For example, the patterns produced by etching, and the rate at which etching takes place, are different at

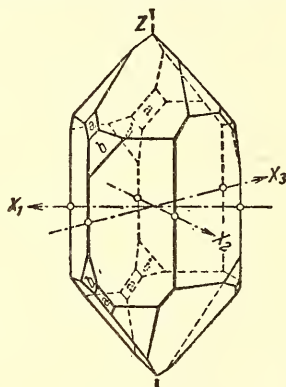


Fig. 13

the two ends of a polar direction. Piezoelectricity is also a characteristic of the presence of polar axes. When the crystal is stressed mechanically by pressure or tension, opposite electric charges appear at the ends of a polar axis or on surfaces at right angles to it. It is not necessary that the mechanical stress should be applied only in the direction of the polar axis; it is sufficient if one component of it is in this direction.

It would take us too far at this point to go in detail into the causes of the piezoelectric phenomenon from this point of view of molecular theory. We may say this much by way of explanation, that when pressure or tension is applied in the direction of a polar axis, the spacing of the

ions out of which the crystal lattice is built up is not changed in the same relation, so that if the units of the lattice carry electric charges, free charges must appear.

III

WIEN'S DISPLACEMENT LAW

(From *The New Physics*, by Arthur Haas)

Theoretical physics was thus confronted with an important and at the same time exceedingly difficult problem as to the spectral distribution of the energy of radiation. The idea involved may be illustrated by an example taken from a domain quite apart from Physics. In Economics, statistical investigations are made of the distribution of the people's income in the different grades. It constructs grades of annual income which increase by a constant amount of, say, five pounds, and ask the question as to the percentages of the total annual people's income that fall into the different grades. We should find that one of the grades was distinguished by the fact that its percentage share of the total people's income was the greatest. In quite a similar way theoretical physics can divide the spectrum according to wavelength, and investigate the fundamental question as to the distribution of the total energy radiated by a body amongst the different divisions of the spectrum at particular temperatures, or, in other words, their individual shares of the total emissive power. Here, too, we should find that in each case there is a definite part of the spectrum for which this share is the greatest. If the divisions (steps) are chosen very small, a definite wavelength can thus be found for which the so-called specific emissive power is greatest.

In the year 1893 Wien made the important theoretical discovery that the product of this wavelength and the absolute temperature of the radiating body constitutes a universal constant, thence called Wien's constant. Thus the higher the temperature, the smaller is the corresponding unique wavelength. The position in the spectrum corre-

sponding to this wavelength is thus displaced with increasing temperature in the direction from larger to smaller wavelengths, or within the visible spectrum in the direction from red to violet. The law found by Wien was therefore called the displacement law. The correctness of this law has been completely confirmed by experiment, and in this way it was also possible, on the other hand, to determine Wien's constant with moderate accuracy.

The discovery of the displacement law constituted a great and fundamental success in the task of solving the basal problem of radiation theory, namely, the question as to the spectral distribution of energy and its dependency on the temperature. This problem was too much for classical physics. In two quite different ways it had certainly led to two different laws that were to represent solutions of the problem, but neither of the two laws was able to stand the test of experiment. It was found that they both are valid only within a limited range, and that neither of them possesses general validity. The complete solution of the radiation problem was not arrived at until 1900, when Planck devised the brilliant hypothesis of the elementary quantum of action, and applied it to phenomena of radiation.

IV

THE NEW CHEMISTRY

(From *The New Chemistry*, by E. N. da C. Andrade)

The first doubts as to the essential permanence of atoms arose with the discovery of radioactivity, when it was shown that certain heavy atoms, notably those of uranium, went through a series of changes, ultimately becoming atoms of lead. This led to the opinion that there were certain exceptional kinds of atoms, all very heavy, which were inherently unstable, and broke down spontaneously, the breakdown, both as regards rate and nature, not being influenced by any forces accessible in the laboratory. Transmutation, it was held, was the property of certain special kinds of atoms only existing in nature, and could neither be inhibited in

these species of atoms, nor initiated in other species. Still a great advance had been made, and men of science admitted that atoms were not necessarily unchangeable entities.

Since the war, largely due to the efforts of Rutherford and his school, the deliberate transformation of atoms in the laboratory has been shown to be possible in an ever-increasing number of instances, and has developed into a special field of scientific research. What is in question is, it is true, not a transmutation of weighable bulk, but of extremely minute quantities, which can be detected only by the extraordinarily delicate means of detection now available. The principle, however, is just as well established by small as by large quantities. Lithium has, for instance, been transformed into helium, and nitrogen into oxygen. Moreover, unstable atoms have been deliberately manufactured, which, after their formation, break down with the emission of radiations of particular kinds, just as do the naturally radioactive atoms. The formation of one kind of known atom from another, and the manufacture of new kinds of atoms hitherto unknown to Chemistry, is, then, a new and rapidly developing science, and it is to this that I have applied the name "The New Chemistry," in contrast to the old chemistry, which deals with the formation of one kind of molecule from other kinds of molecules, and the manufacture of new types of molecules.

V

DESCRIPTION OF THE APERTOMETER

("Description of Professor Abbe's Apertometer." Paper read at the Royal Microscopical Society, 5.12.1877)

The apertometer is intended to enable an exact measurement of angular aperture of any object-glass, dry or immersion, to be made, and to afford a definition of aperture which is not limited by the maximum air angle, which is independent of the medium in front of the lens, and which at the same time, by its theoretical signification, may afford a direct indication of the resolving power of an objective..

The principle of the method is stated by Professor Abbe in the following manner: The lens is made to act as a telescopic objective by combining it either with the naked eye or with an auxiliary microscope equivalent to a terrestrial eye-piece, and by observing the images of external objects near the back focal plane of the lens. The angular field of the miniature telescope established in this way is determined by observation, the real area of field in the microscopic action of the lens, or the central part of this area, being made to act as the area of aperture in telescopic vision. By this inversion the angular field in the telescopic action of the lens is made strictly identical with the angular aperture in its microscopic action. In order to get a determination of aperture not depending on the medium on which it is observed, the angular amount of the telescopic field is reduced, by a calculated scale, to a purely numerical value—the product of the sine of semi-aperture with the refractive index of the medium in which it is observed. This product is constant for different media (air, water, or balsam), and by its value in any objective indicates the limit of resolving power (the minimum distance of separable parts) in relation to the wavelength of light.

The apparatus consists of a semicircular disk of crown glass, 90 mm. (3·5 inches) in diameter and 12 mm. (0·5 inch) in thickness, polished on the surface and on the cylindrical edge, and ground to an angle of 45° in the direction of the diameter. This disk being put on the stage of a microscope, the rays admitted by the cylindrical edge of the disk horizontally are directed into the axis of the microscope by total reflection. The centre of the semicircle is formed by a little hole in a silvered cover cemented to the upper face of the disk. Two indices of blackened brass with sharp edges, sliding on the periphery of the disk, afford visible marks for observing the limits of telescopic field, or microscopic aperture, of any objective.

On the upper face of the disk there are two engraved scales, one of them showing the angular semi-aperture for air, the other the numerical indication of aperture as stated above.

A 2-inch object-glass, with a specially adjusted diaphragm

above the lens, is added to the apparatus. It is to be adapted to a draw-tube applied within the microscope, in order to get the telescopic eye-piece necessary for measuring the higher power objectives.

VI

SPACE AND TIME IN CLASSICAL MECHANICS

(From *Relativity ; the Special and General Theory*,
by A. Einstein)

“The purpose of mechanics is to describe how bodies change their position in space with time.” I should load my conscience with grave sins against the sacred spirit of lucidity were I to formulate the aims of mechanics in this way, without serious reflection and detailed explanations. Let us proceed to disclose these sins.

It is not clear what is to be understood here by “position” and “space.” I stand at the window of a railway carriage, which is travelling uniformly, and drop a stone on the embankment, without throwing it. Then, disregarding the influence of the air resistance, I see the stone descend in a straight line. A pedestrian who observes the misdeed from the footpath notices that the stone falls to earth in a parabolic curve. I now ask : Do the “positions” traversed by the stone lie “in reality” on a straight line or on a parabola ? Moreover, what is meant here by motion “in space” ? From the considerations of the previous sections the answer is self-evident. In the first place, we entirely shun the vague word “space,” of which, we must honestly acknowledge, we cannot form the slightest conception, and we replace it by “motion relative to a practically rigid body of reference.” The positions relative to the body of reference (railway carriage or embankment) have already been defined in detail in the preceding section. If instead of “body of reference” we insert “system of coordinates,” which is a useful idea for mathematical description, we are in a position to say : The stone traverses a straight line relative to a system of coordinates rigidly attached to the

carriage, but relative to a system of coordinates rigidly attached to the ground (embankment) it describes a parabola. With the aid of this example it is clearly seen that there is no such thing as an independently existing trajectory but only a trajectory relative to a particular body of reference.

In order to have a *complete* description of the motion, we must specify how the body alters its position *with time*; i.e. for every point on the trajectory it must be stated at what time the body is situated there. These data must be supplemented by such a definition of time that, in virtue of this definition, these time-values can be regarded essentially as magnitudes (results of measurements) which are in principle capable of observation. If we take our stand on the ground of classical mechanics, we can satisfy this requirement for our illustration in the following manner. We imagine two clocks of identical construction; the man at the railway-carriage window is holding one of them, and the man on the foot-path the other. Each of the observers determines the position on his own reference-body occupied by the stone at each tick of the clock he is holding in his hand. In this connection we have not taken account of the inaccuracy involved by the finiteness of the velocity of propagation of light. With this and with a second difficulty prevailing here we shall have to deal in detail later.

VII

THE CRITICAL PHENOMENA

(From *Theoretical Chemistry*, by Walter Nernst)

If a liquid is heated in contact with its saturated vapour, the density of the saturated vapour increases very quickly, since the vapour tension rises rapidly with the temperature, but the density of the liquid, which is expanding in consequence of the rise in temperature, is, conversely, continually diminishing. The question arises, Does there exist a point at which the densities of the liquid and of the saturated vapour may be equal to each other? The study of this

question led to the discovery of the *critical phenomena*, which have assumed great significance in our conceptions of the nature of the liquid state.

As was discovered by Cagniard de la Tour, and later thoroughly investigated by Andrews, the following phenomena are observed when a gas is compressed or a liquid heated in an enclosed vessel. If a gas, e.g. carbon dioxide, is compressed, then, at a suitably high pressure and low temperature, the contents, originally homogeneous, separate into two parts, with a dividing surface sharply defined; or in other words, it is partially liquefied. The pressure at which this happens is, of course, the corresponding maximum vapour pressure of the separated liquid, and it increases very considerably with the temperature. The question now arises whether liquefaction can occur at all temperatures if the pressure is high enough a question which has been decided in the negative by the work of the investigators just mentioned. Thus, for example, carbon dioxide is convertible into a liquid by the application of a pressure of 70 atmospheres below 30.9° ; but above that temperature the pressure can be increased at will, without the gas losing its homogeneity, and without liquefaction taking place.

When, on the other hand, a glass tube filled with liquid and gaseous carbon dioxide is heated, evaporation takes place gradually because the vapour pressure of the liquid increases faster, with a rise of temperature, than the pressure of the gaseous part. But at 30.9° , when the vapour pressure has reached 70 atmospheres, all the liquid evaporates, the meniscus which separated the liquid from the gas, and which had already begun to flatten out, vanishes at this temperature, and the contents of the tube are completely homogeneous. On cooling, a fog appears at the same temperature, and quickly gathers as a liquid in the lower part.

These very important phenomena are called "critical." That temperature, above which the liquid ceases to be capable of existence, is called the *critical temperature* (or the "absolute boiling-point"); the vapour pressure of the liquid at this point is called the "critical pressure" and its specific volume the "critical volume." These three magnitudes are the characteristic critical data for every simple

liquid, and, as will be shown, they are typical of the entire relations between gases and liquids.

VIII

ON THE ATOMIC THEORY

(From *The Atom*, by E. N. da C. Andrade)

From the time when serious thinking about ourselves and our surroundings began, the question has been asked as to what matter is made of. In particular, the following problem has been discussed : suppose we could take a piece of some substance, say copper, and magnify it indefinitely, should we see in the end that it was made up of particles with spaces between them, held together by certain attractive forces, or should we find that, no matter how much larger we made it appear, it was as continuous throughout as it appeared when unmagnified ? To take a homely simile, would it appear like a bushel of peas, or like a jelly ? Another way of asking this question is to demand whether, supposing our senses were fine enough, we could go on dividing up a piece of matter, say copper, into smaller and smaller fragments indefinitely, or whether we should at last come to a fragment which could not be further divided, at any rate without its ceasing to be copper. On the bushel of peas theory, we should come to an end when we had isolated a single pea, while we could go on chopping our little bit of jelly smaller and smaller without coming to a recognisable ultimate part.

The atomic theory is the bushel of peas theory. It assumes that all matter is ultimately made up of little grains, which are called atoms because they cannot be further divided. For the word "atom" is derived from a Greek word meaning "that which cannot be cut." Until within the last twenty or thirty years it was believed that an atom could not be damaged in the slightest by any agency of nature or of the laboratory, but we know now that an atom has a structure which can be considerably modified by suitable agencies. We can remove with ease

the outer component parts of the atom ; or, in general terms, chip little bits off it. If, changing our metaphor, we call atoms the bricks out of which pieces of matter—of copper, quicksilver, carbon and such like—are built, they are no less our ultimate bricks because we can, by certain methods, chip little pieces from them. We cannot cut them in half and have two half-bricks with the same properties as the original bricks.

IX

ON ISAAC NEWTON'S *OPTICKS*

(From *Great Men of Science*, by Philipp Lenard)

These results of Newton's, stated so clearly with so much detail and with admirable caution, long suffered a peculiar fate : they met with, on occasion, very sharp opposition. Best known from later years is perhaps Goethe's appearance on the field with his "Theory of Colour" ; but even immediately after the appearance of Newton's publication many objections were made. As is often the case in the history of science, when fundamental work, which brings something quite new, appears, simple misunderstanding is responsible. Such misunderstanding frequently depends upon catchwords, which everyone thinks he understands when they are used, but nevertheless does not understand. A bad term of this description is the word colour ; it has at least three different meanings ; "red," for example, may mean red light, that is the ray of light which when falling on the eye produces the sensation of red ; red may mean this sensation itself, the sensation of colour in the observer ; red may also mean a red colouring matter, that is a substance which reflects or transmits red light better than other kinds of light, and hence makes red light out of white light. It is obvious that the scientist who wishes to explain the nature of light will, like Newton, mean the first, which, by the way, Newton himself states with complete clarity (*Opticks*, Book I, Part 2, Prop. II, Definition). It is equally true that the artist, like Goethe, who in the first place is interested in the living

man will generally think of colour in the second sense. The painter will generally take the third meaning as a basis. When he mixes yellow paint with blue he gets green. But yellow and blue light when mixed give a more or less pure white. The white light thus obtained is identical for the colour-sensitive eye, and therefore in the second meaning of the word "colour" above, but by no means in the first meaning of it, with the white of daylight, the latter being a mixture of all colours (in the first sense of the word). These examples serve to show we have not space here for further discussion into what confusion we may fall with the word "colour" if we do not start, as did Newton in his *Opticks*, from a clearly stated and sharply worded definition.

The questions of colour have all of them been set upon a firm foundation by Newton's experiments. This was done by observations in experiments which, in part, were not entirely new, but which were used by Newton to draw new conclusions very general in range, and these led him to important developments of knowledge. From what we have already said, the reader will have formed some conception of the confusion upon which Newton threw new light. The fact that Newton's contemporaries, and often those of much later times, did not realise the existence of such confusion, and did not therefore admit it (this, indeed, did not happen until much later), caused Newton much unpleasantness, which went so far that at times he was inclined to abandon his scientific activities. For the Royal Society, to which he first communicated his results, required in every case that a reply should be given to objections and opposing views communicated to it, of which in this case there was a rich harvest, and Newton usually found it very much more trouble to disentangle the trains of thought of his opponents than to make fresh discoveries in nature. If we examine the literature in question to-day, we get a strong impression of its complete uselessness; no new knowledge resulted. We thus again see quite clearly that great advances only come from single personalities, and not from societies, no matter how excellent the persons may in general be of which they are composed. Such societies should therefore

see their province exclusively in protecting and forwarding the work of the single and all too rare individuals who show themselves to be bringers of progress in any direction.

X

MOLECULAR ACTIONS

(From *Theory of Electricity and Magnetism*, by Max Planck)

To visualise the energy processes in a steady galvanic circuit, use has often been made of the analogy of a liquid which is slowly forced in a steady current through a rigid pipe-system which exerts friction on the liquid. The heat arising from the friction would then correspond to the Joule heat, the pressure gradient to the potential gradient; and the amount of molecular energy used up at the boundary of two conductors would be represented by the action of a special mechanism which pumps the liquid at the junction of two pipes to a higher pressure.

This analogy, however, is fundamentally at fault in one respect, in that it gives a totally misleading representation of the direction in which the energy is transported. For in the case of liquid flow the energy, being the mechanical work performed by the pressure acting on the liquid, flows in the direction of the lines of flow, whereas in the case of the galvanic current we know from Poynting's Theorem that the direction of the flow of energy is perpendicular to the direction of the field and hence also to the direction of the current. Accordingly, every cylindrical current-filament in the interior of a conductor receives its Joule heat not through the two end surfaces, but through the surface of the cylinder itself, and the same holds for the whole conductor. In this way we arrive at the conclusion which seems very strange at first sight that the Joule heat of a conductor is furnished, not by the surrounding conductors, but by the surrounding insulator, through whose boundary surface the energy enters the conductor from all directions transversely to the lines of flow. Since the state is steady,

the insulator must now of course have the energy which it gives up replaced; reflection shows that this occurs at the points where the insulator touches the surfaces of separation of any two conductors. For the strength of the electric field in the insulator here has very great singularities. This is, of course, not to be understood as meaning that at every single point of contact of this kind the energy flows out into the insulator, since the sign of the electric intensity of field in the insulator changes with that of the contact potential E , while, on the other hand, the direction of the magnetic intensity of field is given by the direction of the current and is not influenced by the sign of E . But the algebraic sum of the streams of energy from all the points of contact signifies the transference of energy to the insulator and its amount is represented by $(dt.J.\Sigma E)$, as can be shown by a detailed calculation, which we shall, however, omit here.

However strange and unnecessarily complicated this method of balancing the energy may at first sight appear, it nevertheless corresponds much more closely with the actual circumstances than that given in the analogy of a flow of liquid as described above. For so soon as we pass from stationary to variable galvanic current-strengths, phenomena manifest themselves which prove directly that the insulator in no wise plays the passive part in current flow that is attributed to it in the mechanical picture of the rigid system of pipes completely sealed from their surroundings. The mere fact that in the case of stationary flow within an insulator there is an electromagnetic field and hence also magnetic energy present, shows that these factors cannot entirely fail to participate in the process of flow. We know as an actual fact that when a galvanic current is generated the energy to be transferred to the insulator, which was originally neutral electromagnetically when no current was flowing in the conductors, has to be supplied by the system of conductors, if the flow is to be steady; that is, this energy has to be supplied by the molecular energy at the surfaces of contact, and when the current is interrupted this amount of energy either returns to the system of conductors or, if the interruption is very abrupt, dissipates itself outwards into infinite space.

XI

THE ANALYSIS OF CRYSTALS BY THE X-RAY
SPECTROMETER, by W. Lawrence Bragg

(From *Proceedings of the Royal Society of London*, A. 89, 468)

In a former communication to the Royal Society, an attempt was made to determine for certain crystals the exact nature of the diffracting system which produces the Laue X-ray diffraction photographs. The crystals chosen for particular investigation were the isomorphous alkaline halides NaCl, KCl, KBr, and KI. As in the original experiments of Laue and his collaborators, a thin section of crystal was placed in the path of a narrow beam of X-rays, and the radiation diffracted by the crystal made its impression on a photographic plate. By noticing what differences were caused in the photograph by the substitution of heavier for lighter atoms in the crystal, a definite arrangement was decided on as that of the diffracting points of the crystalline grating.

Though it was found possible in the case of these simple salts to determine the position of the atoms of alkaline metal and halogen, which constitute the elements of the dimensional diffraction grating, yet this method, which may be called the photographic method, is very limited in its range of applications. It was only the extremely simple nature of the NaCl structure which made its analysis possible. On the other hand, the X-ray spectrometer, which has been devised by W. H. Bragg for the purpose of studying the reflection of X-rays by crystals, affords a very much more powerful method of research into the structure of the crystal.

The photographic method works by throwing on the crystal a beam of "white" X-radiation, and comparing the strength of the beams reflected by various types of planes (nets) of the point system on which the atoms are arranged. The X-ray spectrometer employs a monochromatic radiation and faces are examined in detail one by one. In the first place, the spectrometer tells the distance in centimetres of plane from plane parallel to these faces. Moreover, if the

successive planes are of identical composition, the results of the examination show this. If, on the other hand, the planes occur in groups, each group containing several planes of different nature, it is hoped that the results given below will show how the instrument can be made to give the exact spacing and relative masses of the planes of these groups. This means that we can obtain enough equations to solve the structure of any crystal, however complicated, although the solution is not always easy to find. In this paper I wish to indicate the solution for several types of crystals. For many of the experimental results I am indebted to my father, the rest have been obtained in Leeds with one of the spectrometers which he has constructed.

Parallel to any one of its possible faces, a crystal may be regarded as being built up of a series of planes. Each plane passes through the centres of one or more sets of atoms identical in all respects. The successive planes, encountered in proceeding in a direction perpendicular to the face under consideration, may not be identical in their character. They can always, however, be divided into groups in such a way that each group contains a sample of every kind of plane, arranged in an invariable order. It is proposed to call the distance between the groups $d_{(hkl)}$ when (hkl) are the indices of the crystal face. The pattern of the arrangement of planes repeats itself in the distance $d_{(hkl)}$.

As an example of the arrangement of these planes, we may take the cubic crystal of sodium chloride, NaCl. The structure of the crystal has been given in the paper cited above.

XII

(From the Introduction to *Electric Waves*,
by Heinrich Hertz)

The particular problem of the Academy which has been my guide thus far was evidently propounded at the time by Herr von Helmholtz in the following connection: If we start from the electromagnetic laws, which at that time enjoyed

universal recognition, and make certain further assumptions, we arrive at the equations of Maxwell's theory which at that time (in Germany) were by no means universally recognised. These assumptions are: first, that changes of dielectric polarisation in non-conductors produce the same electromagnetic forces as do the currents which are equivalent to them; secondly, that electromagnetic forces as well as electrostatic are able to produce dielectric polarisations; thirdly, that in all these respects air and empty space behave like all other dielectrics. In the latter part of his paper ("On the Equations of Motion of Electricity for conducting Bodies at Rest") von Helmholtz has deduced Maxwell's equations from the older views and from hypotheses which are equivalent to those just stated. The problem of proving all three hypotheses, and thereby establishing the correctness of the whole of Maxwell's theory, appeared to be an unreasonable demand; the Academy, therefore, contented itself with requiring a confirmation of one of the first two.

The first assumption was now shown to be correct. I thought for some time of attacking the second. To test it appeared by no means impossible; and for this purpose I cast close rings of paraffin. But while I was at work it struck me that the centre of interest in the new theory did not lie in the consequence of the first two hypotheses. If it were shown that these were correct for any given insulator, it would follow that waves of the kind expected by Maxwell could be propagated in this insulator, with a finite velocity which might perhaps differ from that of light. This however would be no more surprising than the long-known fact that in wires the electric excitation is propagated with great but finite velocity. I felt that the third hypothesis contained the gist and special significance of Faraday's, and therefore of Maxwell's view, and that it would thus be a more worthy goal for me to aim at. I saw no way of testing separately the first and the second hypotheses for air; but both hypotheses would be proved simultaneously if one could succeed in demonstrating in air a finite rate of propagation and waves. Certainly some of the first experiments in this direction failed; these are described in the paper referred to, and they were carried out at

short distances, but in the meantime I had succeeded in detecting the inductive action at distances up to 12 metres. Within this distance the phase of the motion must have been reversed more than once, and now it only remained to detect and prove this reversal. Thus the scheme was conceived which was carried out as described in the research "On the Finite Velocity of Propagation of Electromagnetic Actions." The first step that had to be taken was easy. In straight stretched wires surprisingly distinct stationary waves were produced with nodes and anti-nodes, and by means of these it was possible to determine the wavelength and the change of phase along the wire. Nor was there any greater difficulty in producing interference between the action which had travelled along the wire and that which had travelled through the air, and thus in comparing their phases.

XIII

THE STRUCTURE OF SPACE ACCORDING TO THE GENERAL THEORY OF RELATIVITY

(From *Relativity ; the Special and General Theory*,
by A. Einstein)

According to the general theory of relativity, the geometrical properties of space are not independent, but are determined by matter. Thus we can draw conclusions about the geometrical structure of the universe only if we base our consideration on the state of the matter as being something that is known. We know from experience that, for a suitably chosen coordinate system, the velocities of the stars are small as compared with the velocity of transmission of light. We can thus as the roughest approximation arrive at a conclusion as to the nature of the universe as a whole, if we treat the matter as being at rest.

We already know from our previous discussion that the behaviour of measuring-rods and clocks is influenced by gravitational fields, i.e. by the distribution of matter. This in itself is sufficient to exclude the possibility of the exact

validity of Euclidean geometry in our universe. But it is conceivable that our universe differs only slightly from an Euclidean one, and this notion seems all the more probable, since calculations show that the metrics of surrounding space is influenced only to an exceedingly small extent by masses even of the magnitude of our sun. We might imagine that, as regards geometry, our universe behaves analogously to a surface which is irregularly curved in its individual parts, but which nowhere departs appreciably from a plane: something like the rippled surface of a lake. Such a universe might fittingly be called a quasi-Euclidean universe. As regards its space it would be infinite. But calculation shows that in a quasi-Euclidean universe the average density of matter would necessarily be *nil*. Thus such a universe could not be inhabited by matter everywhere; it would present to us that unsatisfactory picture which we portrayed in § 30.

If we are to have in the universe an average density of matter which differs from zero, however small may be that difference, then the universe cannot be quasi-Euclidean. On the contrary, the results of calculation indicate that if matter be distributed uniformly, the universe would necessarily be spherical (or elliptical). Since in reality the detailed distribution of matter is not uniform, the real universe will deviate in individual parts from the spherical, i.e. the universe will be quasi-spherical. But it will be necessarily finite. In fact, the theory supplies us with a simple connection between the space-expanse of the universe and the average density of matter in it.

XIV

THE PRINCIPLE OF THE UNATTAINABILITY OF THE ABSOLUTE ZERO

By Franz Simon

(From *Zeitschrift für Physik*, Volume 41, 11/12)

It is known that the impossibility of reaching absolute zero (z.p.) follows from the disappearance of the entropy

differences of any two states of a system at this temperature. This can therefore be regarded, together with the fact that specific heats become zero at this temperature, as an expression of Nernst's theorem. Now it has been found that with certain inhibited systems the specific heats but not the entropy differences disappear at z.p., and therefore one might at first be of the opinion that z.p. could be reached by means of such systems. The author has, however, pointed out earlier that this is not the case, as is proved in the following.

The processes for which the non-disappearance of the entropy differences has been experimentally demonstrated are the transition of a crystalline into the supercooled amorphous phase, and the transition of two separate phases into the supercooled solution. The entropy of the amorphous phase or the solution respectively which, by the way, are unstable in principle at low temperatures, remains larger than that of the crystal or the separate phases respectively. The excess of entropy, as was shown in detail earlier, is due to the fact that the conditions concerned are frozen in a state of disorder. The transition between the region in which the state corresponding to the internal thermal equilibrium which may be unstable as compared with a different modification of the substance is reached rapidly and a region in which this occurs with a velocity smaller by a degree of magnitude, takes place in the observed cases within a very narrow temperature range (freezing temperature). The molecular structure corresponding to the freezing temperature is therefore maintained up to z.p. It may be emphasised for further illustration that, for instance, the freezing temperature of a liquid is not identical with the melting temperature. With glycerine it is about 100° below the latter. It can be said, moreover, that at the freezing temperature there is a continuous transition of the supercooled liquid into a hard glass.

VOCABULARY

Where a word has more than one meaning, the technical meaning, if any, is given first.

Irregular verbs are marked with an asterisk.

Masculine, feminine and neuter substantives are distinguished by *m.*, *f.* and *n.* respectively.

Words which are spelt the same, or nearly the same, in German and English and have the same meaning, and compound words, the meanings of which are obvious, are not included.

As in German the adverb has generally the same form as the corresponding adjective, the adjectival meaning only is given.

Semicolons are used to separate English words which belong to different parts of speech or are distinctly different in meaning.

abändern, <i>to change, modify</i>	Abkömmling, <i>m.</i> , <i>derivative</i> ; <i>descendant</i>
Abbau, <i>m.</i> , <i>analysis, disintegration, decomposition</i>	abkühlen, <i>to cool off</i>
abbeugen, <i>to diffract</i>	Abkühlung, <i>f.</i> , <i>cooling, refrigeration</i>
*abbrennen, <i>to burn down</i> ; <i>to cease burning</i>	Ablauf, <i>m.</i> , <i>issue, outcome</i>
abdrucken, <i>to print</i>	Ableitung, <i>f.</i> , <i>derivation</i> ; <i>deduction</i>
Abend, <i>m.</i> , <i>evening</i>	Ablenkung, <i>f.</i> , <i>deflection</i>
aber, <i>but</i>	Ablesung, <i>f.</i> , <i>reading off</i>
*abfangen, <i>to catch, intercept</i>	abliefern, <i>to deliver up</i>
Abgabe, <i>f.</i> , <i>delivery</i> ; <i>tax</i>	ablösen, <i>to dissolve, detach</i>
*abgeben, <i>to deliver up</i>	Abnahme, <i>f.</i> , <i>decrease</i>
abgesehen von, <i>without regard to</i> ; <i>apart from</i>	*abscheiden, <i>to separate</i>
abgrenzen, <i>to define</i>	*abschließen, <i>to occlude, separate</i> ; <i>settle</i>
abhacken, <i>to chop off</i>	absetzen, <i>deposit</i> ; <i>remove</i>
Abhandlung, <i>f.</i> , <i>treatise</i> ; <i>discussion</i>	sich —, <i>to settle</i>
*abhängen, <i>to depend on</i> ; <i>hang down</i>	absondern, <i>to distinguish</i>
abhängig, <i>dependent (on)</i> ; <i>sloping</i>	abspalten, <i>to split off</i>
Abhängigkeit, <i>f.</i> , <i>dependence</i>	Abstand, <i>m.</i> , <i>distance</i>
*abheben, <i>to contrast</i>	*absterben, <i>to die</i>
	*abstoßen, <i>to push off, rub off, knock off</i>

abstufen, <i>to graduate; to break off</i>	Anerkennung, <i>f., recognition</i>
abtrennen, <i>to separate</i>	Anfang, <i>m., beginning</i>
*abweichen, <i>to deviate, differ</i>	*anfangen, <i>to begin</i>
Abweichung, <i>f., divergence, variation</i>	anfänglich, <i>original</i>
Acetylsäure, <i>f., acetic acid</i>	anfangs, <i>at the beginning, at first</i>
Achse, <i>f., axis; axle</i>	Anforderung, <i>f., claim, demand</i>
adsorbieren, <i>to adsorb</i>	anführen, <i>to quote, allege; lead on</i>
ähneln, <i>to resemble</i>	Angabe, <i>f., declaration; estimate</i>
ähnlich, <i>similar</i>	*angeben, <i>to specify, state</i>
Ähnlichkeit, <i>f., similarity</i>	angebracht, <i>suitable</i>
Aktie, <i>f., share, fund, stock</i>	*angehen, <i>to be practicable; to approach; concern</i>
Aktivierung, <i>f., activation</i>	angehören, <i>to belong to</i>
Alaun, <i>m., alum</i>	angenähert, <i>approximately</i>
alipatisch, <i>aliphatic</i>	angewandt, <i>applied, experimental, practical</i>
Alkohol, <i>m., alcohol</i>	*angreifen, <i>to attack, act on, corrode</i>
allein, <i>alone</i>	angrenzend, <i>adjacent</i>
allerdings, <i>to be sure, by all means, certainly</i>	Angriff, <i>m., attack</i>
allgemein, <i>general, universal</i>	in — nehmen, <i>to attack</i>
im allgemeinen, <i>in general</i>	Angst, <i>f., fear, anxiety; anguish</i>
allzu, <i>all too</i>	*anklingen, <i>to begin to sound</i>
als, <i>than; as, like; as, since; when</i>	*ankommen, <i>to arrive; depend on, be determined by</i>
alsdann, <i>then</i>	es kommt darauf an, <i>it follows, it remains to</i>
also, <i>thus, therefore, so</i>	*anliegen, <i>to be close to, adjoin</i>
alt, <i>old</i>	anmutend, <i>surprising</i>
Ameisensäure, <i>f., formic acid</i>	Annäherung, <i>f., approximation</i>
Ammoniak, <i>n., ammonia</i>	Annahme, <i>f., assumption</i>
an, <i>to; on; at; in</i>	*annehmen, <i>to assume, accept</i>
Anblick, <i>m., look, view</i>	Anordnung, <i>f., arrangement</i>
andauernd, <i>continuous, permanent</i>	anpassen, <i>to adjust</i>
ander, <i>other</i>	
anderenfalls, <i>in other cases</i>	
andererseits, <i>on the other hand</i>	
ändern, <i>to change</i>	
Änderung, <i>f., change</i>	
anerkannt, <i>recognised</i>	

anregen, <i>to stimulate, excite</i>	auf, <i>on ; onto ; into</i>
Anregung, <i>f., stimulation ; al-</i>	aufbauen, <i>to build up</i>
lusion	aufbewahren, <i>to keep, store,</i>
anschaulich, <i>clear</i>	preserve
Anschauung, <i>f., view</i>	aufdecken, <i>to expose, reveal,</i>
*anschleifen, <i>to grind to a point</i>	uncover
*anschließen, <i>to attach, join on</i>	*auffallen, <i>to strike, astonish</i>
Anschluß, <i>m., connection</i>	es fiel mir auf, daß . . . , <i>it</i>
*anschmelzen, <i>to join by fusion ;</i>	struck me that . . .
adhere by fusion	auffallend, <i>striking</i>
anschrauben, <i>to screw on</i>	*auffangen, <i>to collect</i>
*ansehen, <i>to regard</i>	auffassen, <i>to conceive</i>
Ansicht, <i>f., view</i>	Auffassung, <i>f., conception</i>
ansprechen, <i>to address ; to</i>	*auffinden, <i>to discover</i>
emit a sound	Auffindung, <i>f., discovery</i>
anstatt, <i>instead</i>	Aufgabe, <i>f., task</i>
*ansteigen, <i>to rise</i>	aufgehen, <i>to evaporate ; to go up</i>
Anteil, <i>m., portion, share</i>	aufhören, <i>to stop</i>
antworten, <i>to answer</i>	aufkitten, <i>to cement on</i>
anwendbar, <i>applicable</i>	aauflösen, <i>to dissolve ; to loosen</i>
Anwendung, <i>f., use, applica-</i>	Auflösungsvermögen, <i>n., re-</i>
tion	solving power
Anzahl, <i>f., number</i>	Aufnahme, <i>f., reception</i>
anzeigen, <i>to indicate</i>	*aufnehmen, <i>to absorb, take up</i>
anziehen, <i>to attract ; draw on ;</i>	aufpumpen, <i>to pump up</i>
imbibe ; quote	aufrecht, <i>erect, straight</i>
Anziehung, <i>f., attraction</i>	*aufrechterhalten, <i>to maintain</i>
anzünden, <i>to ignite, light</i>	Aufschluß, <i>m., opening up,</i>
Apfel, <i>m., apple</i>	elucidation
Arbeit, <i>f., work</i>	aufstellen, <i>to establish</i>
arm, <i>poor</i>	aufteilen, <i>to divide</i>
Arsen, <i>n., arsenic</i>	*auftreten, <i>to appear</i>
Art, <i>f., kind, species</i>	Aufwand, <i>m., expenditure</i>
Arznei, <i>f., medicine</i>	*aufweisen, <i>to show, exhibit</i>
Arzneimittel, <i>n., remedy</i>	*aufwenden, <i>to expend</i>
Äther, <i>m., ether</i>	aus, <i>out of</i>
Atom, <i>n., atom, particle</i>	ausarbeiten, <i>to work out</i>
ätzen, <i>to etch, corrode</i>	ausbauen, <i>to finish building</i>
Ätznatron, <i>n., caustic soda</i>	Ausbeute, <i>f., yield, profit</i>
auch, <i>also</i>	ausbreiten, <i>to spread</i>

Ausbreitung, <i>f.</i> , <i>propagation</i> , <i>diffusion</i>	Ausschlag, <i>m.</i> , <i>first blow</i> ; <i>lin-</i> <i>ing</i> ; <i>trimming</i> ; <i>result</i>
ausdehnen, <i>to extend</i> , <i>expand</i>	von Ausschlag sein, <i>to be</i> <i>decisive</i>
Ausdehnung, <i>f.</i> , <i>extent</i> ; <i>ex-</i> <i>pansion</i>	ausschliesslich, <i>exclusively</i>
Ausdruck, <i>m.</i> , <i>expression</i>	*aussehen, <i>to look</i> , <i>appear</i>
ausdrücklich, <i>positive</i> , <i>express</i>	Aussehen, <i>n.</i> , <i>appearance</i>
*ausfallen, <i>to precipitate out</i>	äusser, <i>external</i> , <i>outer</i>
*ausfrieren, <i>to freeze out</i>	außer, <i>besides</i>
ausführen, <i>to carry into effect</i> , <i>realise</i>	außerdem, <i>besides</i>
ausführlich, <i>detailed</i>	außergewöhnlich, <i>exceptional</i> , <i>extraordinary</i>
Ausgang, <i>m.</i> , <i>outlet</i> ; <i>act of</i> <i>going out</i> ; <i>termination</i>	außerordentlich, <i>extraordinary</i>
Ausgangspunkt, <i>m.</i> , <i>starting-</i> <i>point</i>	äußerst, <i>extremely</i>
Ausgangstellung, <i>f.</i> , <i>original</i> <i>position</i>	Äußerung, <i>assertion</i> , <i>utterance</i>
*ausgehen, <i>to go out</i> ; <i>proceed</i> ; <i>start</i>	Aussetzen, <i>n.</i> , <i>stopping</i>
ausgeprägt, <i>marked</i>	aussondern, <i>to separate</i>
ausgezeichnet, <i>excellent</i> ; <i>dis-</i> <i>tinguished</i>	*aussprechen, <i>to pronounce</i>
Ausgleich, <i>m.</i> , <i>equalisation</i> , <i>neutralisation</i>	Ausspruch, <i>m.</i> , <i>declaration</i>
*aushalten, <i>to sustain</i> , <i>stand</i> <i>(test)</i> , <i>endure</i>	*aussteigen, <i>to get out</i> , <i>alight</i>
*ausklingen, <i>to cease to sound</i>	ausstrahlen, <i>to radiate</i>
auskochen, <i>to boil out</i>	ausströmen, <i>to flow out</i> , <i>eman-</i> <i>ate</i> ; <i>pour forth</i>
auslaugen, <i>to lixiviate</i> , <i>wash</i> <i>out</i> , <i>extract</i>	*austreten, <i>to come forth</i> ; <i>to</i> <i>tread out</i>
Auslese, <i>f.</i> , <i>selection</i>	Austritt, <i>m.</i> , <i>disappearance</i> , <i>exit</i> ; <i>stepping out</i>
ausmachen, <i>to constitute</i> , <i>de-</i> <i>cide</i> , <i>determine</i>	ausüben, <i>to execute</i> , <i>carry-</i> <i>out</i> , <i>exert</i>
Ausmaß, <i>n.</i> , <i>extent</i> ; <i>measure-</i> <i>ment</i>	auswählen, <i>to select</i>
Ausnahme, <i>f.</i> , <i>exception</i>	auswählend, <i>selective</i>
ausnahmsweise, <i>exceptionally</i>	auszeichnen, <i>to distinguish</i>
Aussage, <i>f.</i> , <i>assertion</i>	*ausziehen, <i>to extract</i>
*ausscheiden, <i>to separate</i>	Ausziehtubus, <i>m.</i> , <i>drawtube</i>
	Bad, <i>n.</i> , <i>bath</i>
	Bahn, <i>f.</i> , <i>way</i> , <i>road</i>
	Bahncurve, <i>f.</i> , <i>trajectory</i>
	Bahndamm, <i>m.</i> , <i>embankment</i>
	bald, <i>soon</i>

- Band, *m.*, *volume*
 Base, *f.*, *base* ; *basis*
 Basität, *f.*, *basicity*
 Bau, *m.*, *structure*
 Bauch, *m.*, *antinode* ; *belly*
 bauen, *to build*
 Baum, *m.*, *tree*
 Baustein, *m.*, *component* ;
building stone, brick
 Beachtung, *f.*, *consideration*,
notice
 Beanspruchung, *f.*, *stress* ;
claim
 beantworten, *to answer*
 Beantwortung, *f.*, *answer*
 Bedenken, *n.*, *reflection, hesi-*
tation
 bedeutend, *important* ; *con-*
siderably
 Bedeutung, *f.*, *significance*,
meaning, importance
 bedienen, *to serve*
 sich —, to make use of
 bedingen, *to settle*
 bedingt, *conditional, qualified*
 Bedingung, *f.*, *condition*
 *bedürfen, *to need, require*
 beeinflufßbar, *susceptible to*
 beeinflussen, *to influence*
 beeinträchtigen, *to influence*
 (adversely) ; *injure, pre-*
 judice ; *encroach upon*
 Befähigung, *f.*, *quality, capa-*
 city
 *befinden, *to find* ; *deem*
 sich —, to exist
 befindlich, *existing*
 befragen, *to question*
 befriedigen, *to satisfy*
 befriedigend, *satisfactory*
- Befreiung, *f.*, *liberation*
 Befund, *m.*, *finding*
 begehren, *to desire*
 Beginn, *m.*, *beginning*
 *beginnen, *to begin*
 begleiten, *to accompany*
 Begleiter, *m.*, *companion*
 begnügen, *to content*
 *begreifen, *to understand* ;
 touch ; *include*
 begrenzen, *to limit*
 Begrenzung, *f.*, *limit* ; *limita-*
 tion
 Begriff, *m.*, *conception, idea*
 begründen, *to base* ; *confirm*
 *behalten, *to keep, maintain*
 behandeln, *to treat*
 Beharrung, *f.*, *persistence*
 Beharrungsvermögen, *m.*, *in-*
 ertia
 behaupten, *to maintain*
 bei, *at* ; *at the house of* ; *with*
 *beibehalten, *to preserve, keep*
 beide, *both*
 beiderseitig, *on both sides, re-*
 ciprocal
 beifällig, *favourable*
 *beigeben, *to add*
 Beihilfe, *f.*, *help*
 Beimenge, *f.*, *quantity*
 beimengen, *to admix*
 heimischen, *to mix with, admix*
 Beimischung, *f.*, *admixture*
 beiseite, *aside, apart*
 Beispiel, *n.*, *example*
 zum —, for example
 beispielweise, *for instance*
 *beitragen, *to contribute*
 bekannt, *known*
 bekanntlich, *as is well known*

Belichten, <i>n.</i> , <i>illumination</i>	Beseitigung, <i>f.</i> , <i>removal</i>
belichten, <i>to expose to the light ; irradiate</i>	*besitzen, <i>to possess</i>
beliebig, <i>at will</i>	Besonderheit, <i>f.</i> , <i>peculiarity</i>
bemerken, <i>to observe</i>	besonders, <i>especially</i>
bemerkenswert, <i>remarkable</i>	*besprechen, <i>to discuss</i>
Bemühung, <i>f.</i> , <i>effort</i>	beständig, <i>stable</i>
benutzen, <i>to make use of</i>	Beständigkeit, <i>f.</i> , <i>stability, permanence, continuance, constancy.</i>
beobachtbar, <i>observable</i>	Bestandteil, <i>m.</i> , <i>constituent, ingredient</i>
beobachten, <i>to observe</i>	bestätigen, <i>to confirm</i>
bequem, <i>convenient</i>	*bestehen, <i>to undergo, endure ; stand (a test), pass (an examination) ; to exist</i>
berechnen, <i>to calculate</i>	— auf, <i>to insist on, persist in</i>
Bereich, <i>n.</i> , <i>province</i>	— aus, <i>to consist of</i>
bereiten, <i>to prepare</i>	— in, <i>to consist in</i>
bereits, <i>already</i>	bestimmen, <i>to determine</i>
Bereitung, <i>f.</i> , <i>preparation</i>	bestimmbar, <i>ascertainable</i>
Bericht, <i>m.</i> , <i>report</i>	bestimmt, <i>fixed, determined</i>
berücksichtigen, <i>to consider ; respect</i>	aufs Bestimmteste, <i>in the most positive manner possible</i>
Berücksichtigung, <i>f.</i> , <i>consideration</i>	Bestimmung, <i>f.</i> , <i>determination</i>
beruhen, <i>to rest</i>	Betätigung, <i>f.</i> , <i>participation ; application</i>
— auf, <i>to be founded on</i>	Beteiligung, <i>f.</i> , <i>participation, share</i>
berühmt, <i>famous</i>	betonen, <i>to emphasise</i>
berühren, <i>to touch</i>	Betracht, <i>m.</i> , <i>account ; respect</i>
Berührung, <i>f.</i> , <i>contact</i>	in — kommen, <i>to come under consideration</i>
beschädigen, <i>to damage</i>	betrachten, <i>to regard, consider</i>
beschaffen, <i>constituted</i>	beträchtlich, <i>considerable</i>
Beschaffenheit, <i>f.</i> , <i>quality, nature (of a thing)</i>	Betrachtung, <i>f.</i> , <i>consideration, view, opinion</i>
beschäftigen, <i>to employ</i>	Betrag, <i>m.</i> , <i>amount</i>
sich —, <i>to occupy oneself</i>	*betragen, <i>to amount to</i>
beschicken, <i>to load, charge ; feed ; prepare ; send for</i>	
Beschleunigung, <i>f.</i> , <i>acceleration</i>	
beschränkt, <i>limited</i>	
*beschreiben, <i>to describe</i>	
beschützen, <i>to protect</i>	
beseitigen, <i>to remove</i>	

*betreffen, to concern	Bild, n., picture
betreffend, respective, in question; concerning	bilden, to form
beugen, to diffract; to bend	Bildung, f., formation
Beugung, f., diffraction; bending; inflexion; declension	*binden, to bind, combine
bevölkern, to populate	Bindung, f., link, bond; connection, combination
bevorzugen, to prefer	bis, until
bewähren, to prove	bis zu, up to
bewältigen, to overcome	bisher, hitherto, so far
bewegen, to move, excite	blank, bright
beweglich, mobile	*blasen, to blow
Bewegung, f., motion	blau, blue
Beweis, m., proof	Blausäure, f., prussic acid
*beweisen, to show; prove, establish	Bleck, n., plate, sheet
Bewertung, f., valuation	Blei, n., lead
bewirken, to cause	*bleiben, to remain
Bewußtlosigkeit, f., unconsciousness	bleiern, leaden
bezeichnen, to designate	Blende, f., diaphragm; blind; niche; loophole
*beziehen, to relate to, refer to; to cover	Blick, m., look, view
bezüglich, relative (to), regarding	bloß, mere; bare
Beziehung, f., relation, reference, respect	Blut, n., blood
beziehungsweise, respectively; or	Blutkörperchen, n., blood corpuscle
Bezug, m., reference, relation; covering	Boden, m., ground, bottom
mit Bezug auf, with respect to	Bogen, m., curve
bezüglich, relative (to), regarding	Bor, n., boron
Bezugskörper, m., reference-body	*braten, to roast
bezwecken, to aim at	brauchbar, useful
*bieten, to offer	Brauchbarkeit, f., usefulness
Bilanz, f., balance	brauchen, to need; use
	braun, brown
	bräunlich, brownish
	Braunstein, m., pyrolusite
	*brechen, to refract; intercept (a ray); to break
	Brechung, f., refraction; breaking
	Brechungsexponent, m., refractive index

Brennebene, <i>f.</i> , focal plane	dampfen, send forth steam, evaporate
*brennen, to burn	Dampfstrahl, <i>m.</i> , vapour jet
Brennweite, <i>f.</i> , focal distance	danach, thereafter; accordingly
Brief, <i>m.</i> , letter	dank, thanks to, due to
Brom, <i>n.</i> , bromine	dann, then
Bruchteil, <i>m.</i> , fraction, part	daran, thereon, thereat
Buch, <i>n.</i> , book	darauf, thereupon; thereto; after that; in addition
Buchstabe, <i>m.</i> , letter	daraus, therefrom
Bund, <i>n.</i> , bundle, bunch	darin, therein
Bündel, <i>n.</i> , beam (of light); bundle	darlegen, to explain
bunt, coloured	darstellen, to manufacture, prepare; exhibit, represent
Charakter, <i>m.</i> , character	Darstellung, <i>f.</i> , preparation, production
Chemie, <i>f.</i> , chemistry	darüber, thereover; about it; besides
China, <i>f.</i> , cinchone, peruvian bark; <i>n.</i> , China	darum, therefore; about it
Chinasäure, <i>f.</i> , quinic acid	daß, that
Chinchonin, <i>n.</i> , cinchonine	dauernd, enduring
Chinin, <i>n.</i> , quinine	dazu, thereto; moreover
Chinolin, <i>n.</i> , quinoline	dazwischen, between them; in between
chirurgisch, surgical	decken, to cover
Chlor, <i>n.</i> , chlorine	Deckung, <i>f.</i> , coincidence; cover- ing
Christbaum, <i>m.</i> , Christmas tree	zur Deckung mit . . . bringen, to bring into coincidence with
Chrom, <i>n.</i> , chromium	Dehnung, <i>f.</i> , tension; extension
Chrom Eisenstein, <i>m.</i> , chromite	demnach, thus, accordingly
Chromsäure, <i>f.</i> , chromic acid	demzufolge, accordingly
Clapeyronisch, Clapeyron's	denkbar, conceivable
da, there; here; then; since, as, whilst	*denken, to think sich denken, to imagine
dabei, thereby, thereat, near by	Denker, <i>m.</i> , thinker
Dach, <i>n.</i> , roof	Denkmal, <i>n.</i> , monument
dadurch, therethrough; thereby	denn, then; for
dafür, therefore	der, the; who, which; that one
dagegen, against it; in compari- son with; on the other hand	
daher, therefore; thence	
damit, therewith; so that	
Dampf, <i>m.</i> , vapour, steam	

derart, *in such a way*
 derartig, *of such a kind*
 deren, *whose, of which ; of her ; of them, their*
 derjenige, *that one*
 derselbe, *the same*
 deshalb, *for that reason*
 dessen, *whose, of which ; of him, of it*
 destillierbar, *distillable*
 Destillierkolben, *m., retort*
 desto, *so much (used only before comparatives, e.g. je mehr, desto besser)*
 deuten, *to explain, interpret*
 deutlich, *clear*
 dicht, *dense*
 Dichte, *f., density*
 Dichtung, *f., packing, stuffing ; making tight ; poetry*
 dick, *thick*
 Dicke, *f., thickness*
 dies (dieses), *this*
 dieser, *this*
 dienen, *to serve*
 Dienst, *m., service*
 im Dienste, *on duty ; in the service of*
 Dinge, *f., thing*
 doch, *however, yet*
 dort, *there*
 doppel, *duplicate*
 doppelt, *double*
 Draht, *f., wire*
 drehen, *to turn*
 Drehung, *f., turn, rotation*
 drei, *three*
 dreierlei, *of three kinds*
 dreißig, *thirty*
 drittens, *thirdly*

Druck, *m., pressure*
 drucken, *to print*
 drücken, *to press*
 druckfest, *proof against pressure*
 Dunkel, *n., darkness*
 dunkel, *dark*
 Dunkelheit, *f., darkness*
 dünn, *thin*
 durch, *through*
 durchführen, *to carry out*
 *durchlassen, *to transmit ; let through*
 *durchlaufen, *to traverse, run through*
 Durchmesser, *m., diameter*
 durchschütteln, *to shake thoroughly*
 durchsichtig, *transparent*
 *dürfen, *to be allowed*
 eben, *level ; just, quite*
 Ebene, *f., plane ; plain*
 ebenfalls, *likewise*
 ebenso, *just so*
 ebensowenig, *just as little*
 ebensowohl, *just as well*
 echt, *real*
 edel, *noble, rare*
 ehe, *before*
 ehrlich, *honest*
 Ei, *n., egg*
 eigen, *one's own, individual, peculiar ; strange*
 Eigenschaft, *f., property, character*
 eigentlich, *proper ; real ; intrinsic*
 eigentümlich, *peculiar ; strange ; specific ; real*

ein, <i>one, a</i>	*einnehmen, <i>to occupy</i>
einander, <i>one another</i>	einordnen, <i>to classify</i>
von einander, <i>apart</i>	einsam, <i>alone, lonely</i>
einatmen, <i>to inhale</i>	Einschalten, <i>n., switching on</i>
Einatmen, <i>n., inhaling</i>	*einschließen, <i>to enclose, lock in</i>
Einbildung, <i>f., imagination</i>	*einschneiden, <i>to incise</i>
Eindampfen, <i>n., evaporation</i>	einstellen, <i>to standardise ; put</i>
eindampfen, <i>to dry by evaporation</i>	<i>in</i>
eindeutig, <i>definite</i>	eintauchen, <i>to immerse</i>
Eindruck, <i>m., impression</i>	Eintritt, <i>m., entrance</i>
einerlei, <i>of one sort ; immaterial</i>	eintropfen, <i>pour in by drops ; fall in drops</i>
— wie, <i>no matter how</i>	einverleiben, <i>to incorporate</i>
einerseits, <i>of one kind</i>	Einwand, <i>m., objection</i>
einfach, <i>simple</i>	einwertig, <i>univalent</i>
Einfluß, <i>m., influence</i>	einwirken, <i>to influence, operate</i>
*einfrieren, <i>to freeze in</i>	Einwirkung, <i>f., interaction, action, influence</i>
Einfriertemperatur, <i>f., freezing temperature</i>	einzeln, <i>single</i>
einführen, <i>to introduce</i>	im einzelnen, <i>singly, in detail</i>
Einführung, <i>f., introduction</i>	einzig, <i>only, single, unique</i>
Eingang, <i>m., entry, access</i>	Eis, <i>n., ice</i>
eingefroren, <i>frostbound</i>	Eisen, <i>n., iron</i>
*eingehen, <i>to go into in detail, scrutinise ; enter</i>	Eisenammoniumalaun, <i>n., iron (or ferric) ammonium alum</i>
Eingehen, <i>n., scrutiny</i>	Eisenbahn, <i>f., railway</i>
eingehend, <i>detailed</i>	Eisenkaliumalaun, <i>n., iron (or ferric) potassium alum</i>
eingeschränkt, <i>limited</i>	eisern, <i>of iron</i>
*eingießen, <i>to pour in</i>	Eiweiß, <i>n., albumen</i>
Eingriff, <i>interference ; catch ; invasion</i>	Eiweißkörper, <i>m., albuminous substance, protein</i>
Einheit, <i>f., unit ; entity</i>	Eiweißstoff, <i>m., albumen</i>
einheitlich, <i>uniform</i>	Element, <i>n., element ; principle</i>
einige, <i>several, some, a few</i>	elementar, <i>as an element ; elementary, rudimentary</i>
einigermassen, <i>in some measure</i>	*empfangen, <i>to receive</i>
Einklang, <i>m., accord</i>	Empfinden, <i>n., feeling</i>
in — stehen, <i>to agree</i>	
Einkommen, <i>n., income</i>	
einmal, <i>once</i>	

- Empfindung, *f.*, *sensation*
 empfindungslos, *insensitive* ;
callous
 Empfindungslosigkeit, *f.*, *in-*
sensitiveness
 empor, *up* ; *forth*
 Ende, *n.*, *end*
 endgültig, *final*, *conclusive*,
ultimate
 endlich, *final*
 Endlichkeit, *f.*, *finiteness*, *final-*
ity
 eng, *narrow*
 entdecken, *to discover* ; *un-*
cover
 *entfallen, *to fall to the share*
(of) ; *to escape (the memory)*
 entfernen, *to remove*
 entfernt, *distant*
 Entfernung, *f.*, *distance*
 entgegensetzt, *opposite*
 *enthalten, *to contain*
 enthüllen, *to reveal* ; *unveil*
 entleeren, *to empty out*
 entleihen, *to borrow*
 *entnehmen, *to take away* ; *bor-*
row
 *entscheiden, *to decide*
 *entsprechen, *to correspond*
 entsprechend, *corresponding*
 Entstehen, *n.*, *formation*
 *entstehen, *to begin*, *originate*,
arise ; *confront*
 Entstehung, *f.*, *formation*,
genesis
 *entweichen, *to escape*, *leak*
 *entwerfen, *to sketch*, *poriray*
 entwickeln, *to develop*, *unroll*
 Entwicklung, *f.*, *development*
 entwirren, *to disentangle*
- *entziehen, *to withdraw* ; *de-*
prive of
 entziffern, *to decipher*
 Entzug, *m.*, *removal* (only
 used as a suffix, e.g. Halo-
 genentzug)
 entzündlich, *inflammable*
 er, *he*
 erbauen, *to build*, *erect*
 *erbleichen, *to pale*
 erblicken, *to see*, *discover* ;
catch sight of
 Erbse, *f.*, *pea*
 Erdboden, *m.*, *ground*
 Erde, *f.*, *earth*, *world*, *ground*
 ereignen, *to happen*
 *erfahren, *to experience*, *under-*
go
 Erfahrung, *f.*, *experience*
 erfassen, *to lay hold of*
 *erfinden, *to invent*
 Erfindung, *f.*, *invention*
 Erfolg, *m.*, *result*
 erfolgen, *to result*
 erfolglos, *unsuccessful*
 erfolgreich, *successful*
 erforderlich, *requisite*, *necessary*
 erfordern, *to demand*
 erforschen, *to explore* ; *in-*
vestigate
 Erforscher, *investigator* ; *ex-*
plorer
 Erforschung, *f.*, *investigation*
 *erfrieren, *to freeze to death*
 erfüllen, *to fill* ; *to fulfil*,
accomplish
 Ergänzen, *n.*, *supplement*
 ergänzen, *to complete*
 sich —, *to supplement one*
another

- *ergeben, to yield, produce
sich —, to result
Ergebnis, n., result
ergründen, to fathom, get to the bottom of
- *erhalten, to maintain, sustain, preserve; receive, obtain
- *erheben, to elevate, raise
erheblich, important, considerable
erhitzen, to heat
erhöhen, to raise, increase
Erhöhung, f., elevation, rise
erinnern, to remind
erkalten, to cool down
erkennbar, distinguishable
*erkennen, to recognise, perceive
Erkenntnis, f., knowledge, recognition
erklären, to explain, interpret
Erklingen, n., sound
erkundigen, sich, to inquire
erlauben, to allow, permit
erläutern, to explain
Erläuterung, f., explanation, illustration
erleben, to live to see, to experience
erledigen, to discharge
erleichtern, to facilitate
- *erleiden, to undergo, suffer, bear
- *erlöschen, to extinguish
ermitteln, to find out, ascertain
Ermittlung, f., inquiry, research
ermöglichen, to render possible
ernähren, to nourish, support
*ernennen, to nominate, appoint
- erneuern, to renew, renovate
ernsthaft, serious
erörtern, to discuss
erproben, to try, test
erregen, to excite; cause, generate, arouse
Erregung, f., excitement
erreichbar, attainable, within reach
erreichen, to attain, reach
errichten, to erect
- *erschaffen, to create
- *erscheinen, to appear
Erscheinung, f., phenomenon; appearance
erschweren, to render more difficult
- *ersehen, to perceive
ersetzen, to replace
ersinnen, to think out, invent
erst, first, former; at first; only
erstarren, to freeze; become benumbed
Erstarrung, f., chill, numbness
Erstarrungspunkt, m., freezing point
erstaunen, to be astonished
erstens, firstly
erstrecken, to extend; reach
erteilen, to impart, confer
- *erwachsen, to come into existence, arise
erwärmen, to heat
erwarten, to expect
erwecken, to initiate, awaken
erweisen, to prove; show
erweitern, to enlarge
Erweiterung, f., enlargement, amplification

erwidern, *to reply*
 erwirken, *to bring about*
 Erz, *n., ore*
 erzählen, *to tell*
 erzeugen, *to produce*
 Erzeugnis, *n., product*
 Erzeugung, *f., production*
 es, *it*
 Essigsäure, *f., acetic acid*
 etwa, *about ; perhaps*
 etwas, *something ; some ; rather*
 evtl. = eventuell, *perhaps, possibly*
 extrahieren, *to extract*

Fabrik, *f., factory*
 fähig, *capable (of) ; fit (for) ; susceptible (of) ; able*
 Fähigkeit, *f., capacity*
 *fahren, *to move, fare, go*
 Fall, *m., case ; fall*
 *fallen, *to be precipitated ; to fall, drop*
 fällen, *to precipitate*
 falls, *supposing that*
 Farbe, *f., colour*
 färben, *to colour*
 farblos, *colourless*
 Färbung, *f., colouring, tinge*
 fassen, *to hold ; apprehend, conceive ; fill up*
 fast, *almost*
 fehlen, *to miss, fail ; be absent*
 Fehlen, *n., absence*
 Fehler, *m., mistake*
 Feier, *f., celebration ; rest, holiday*
 Feile, *f., file, filings*
 fein, *delicate ; fine*
 Feind, *m., enemy*

Feinheit, *f., delicacy*
 Feld, *n., field*
 Fenster, *n., window*
 fern, *far, away*
 ferner, *further ; moreover*
 Fernrohr, *n., telescope*
 Ferrisalz, *n., ferric salt*
 fest, *solid, rigid, stable, hard*
 Fest, *n., festival ; holiday*
 *festhalten, *to hold fast ; retain*
 Festigkeit, *f., tenacity*
 festlegen, *to lay down*
 Festrede, *f., official speech*
 feststellen, *to fix, settle, establish, confirm*
 Feststellung, *f., confirmation, conclusion*
 fett, *fat*
 Fett, *n., fat*
 feucht, *moist, humid, damp*
 Feuchtigkeit, *f., humidity, dampness*
 Feuer, *n., fire*
 feuerbeständig, *fire-proof*
 Fieber, *n., fever*
 filtrieren, *to filter, strain*
 *finden, *to find, discover, meet with*
 sich —, *to be present*
 flach, *flat*
 Fläche, *f., face, surface*
 Flamme, *f., flame*
 Flasche, *f., bottle, phial*
 *fliegen, *to fly*
 *fließen, *to flow, run ; melt*
 Flocke, *f., flake*
 flüchtig, *volatile*
 Flußeisen, *n., ingot iron*
 flüßig, *fluid, liquid ; fusible*
 Flüssigkeit, *f., liquid ; fluidity*

folgen, *to follow*
 folgern, *to infer*
 Folgerung, *f., conclusion*
 Folgezeit, *f., time following*
 folglich, *consequently*
 fordern, *to require ; demand*
 fördern, *to further, advance ;*
 benefit ; expedite
 Forderung, *f., demand, claim*
 Formel, *f., formula, form*
 Formylsäure, *f., formic acid*
 Forscher, *m., investigator*
 Forschung, *f., investigation*
 fortpflanzen, *to propagate*
 Fortpflanzung, *f., propagation*
 fortschreitend, *progressive*
 Fortschritt, *m., advance, pro-*
 gress
 fortwährend, *permanent*
 Frage, *f., question*
 fraglich, *questionable, doubtful*
 frei, *free*
 Freiheit, *f., freedom*
 freilich, *really*
 freimachen, *to liberate*
 fremd, *strange ; foreign*
 fremdartig, *strange ; hetero-*
 geneous
 früh, *early*
 führen, *to lead ; carry*
 Führung, *f., guidance*
 füllen, *to fill, stuff*
 Füllung, *f., filling*
 fünf, *five*
 für, *for*
 Fuß, *m., foot ; bottom, founda-*
 tion, base
 Fußgänger, *pedestrian*

 Gabel, *f., fork*

Gans, *f., goose*
 ganz, *quite*
 gar, *at all*
 garnicht, *not at all*
 Gas, *n., gas*
 gasförmig, *gaseous*
 Gattung, *f., kind, class, sort*
 *gebären, *to bear ; produce*
 *geben, *to give*
 es gibt, *there is or are*
 Gebiet, *n., province, sphere*
 Gebilde, *n., structure*
 geboren, *born*
 Gebrauch, *m., use*
 Gebrüder, *m., brothers*
 Gedanke, *m., thought, idea*
 Gedankengang, *m., order of*
 thought
 geeignet, *suitable*
 Gefälle, *n., gradient, slope*
 Gefäß, *n., vessel ; handle*
 gegen, *towards*
 Gegenäusserung, *f., contrary*
 view
 Gegensatz, *m., contrast*
 gegenseitig, *mutual*
 gegenüber, *against ; opposite*
 gegenüberliegend, *opposite*
 *gegenüberstehen, *to face, op-*
 pose
 Gegenwart, *f., presence ; pre-*
 sent time
 Gegner, *m., opponent*
 Gehalt, *m., contents*
 *gehen, *to go*
 vor sich —, *to occur, take*
 place
 gehören, *to belong (to)*
 Geist, *m., spirit, soul ; in-*
 telligence ; ghost

geistig, <i>intellectual ; spiritual</i>	Gesellschaft, <i>f., society, company</i>
gekräuselt, <i>rippled</i>	Gesetz, <i>n., law</i>
gekrümmt, <i>curved</i>	Getsetzmäßigkeit, <i>f., regularity</i>
gelangen, <i>to reach, attain</i>	Gesicht, <i>m., sight</i>
geläufig, <i>current</i>	Gesichtspunkt, <i>m., point of view</i>
gelb, <i>yellow</i>	gesondert, <i>separately</i>
Gelee, <i>n., jelly</i>	Gestalt, <i>f., form, figure</i>
*gelingen, <i>to succeed</i>	Geständniß, <i>n., confession</i>
gelten, <i>to be valid, hold good</i>	gestatten, <i>to allow, permit</i>
Geltung, <i>f., value, worth</i>	gewähren, <i>to guarantee ; grant ; afford</i>
gemäß, <i>according to</i>	Gewerbe, <i>n., trade</i>
gemeinsam, <i>common</i>	Gewicht, <i>n., weight</i>
Gemenge, <i>n., mixture</i>	gewichtsanalytisch, <i>gravimetric</i>
Gemisch, <i>n., mixture</i>	Gewichtsteil, <i>m., part by weight</i>
genau, <i>accurate, exact</i>	*gewinnen, <i>to obtain</i>
Genauigkeit, <i>f., accuracy</i>	Gewinnung, <i>f., extraction ; gaining</i>
genügen, <i>to suffice</i>	gewiß, <i>certain, assured</i>
genügend, <i>sufficient</i>	Gewissen, <i>n., conscience ; consciousness</i>
Genuß, <i>m., use ; enjoyment</i>	gewissermaßen, <i>in a certain measure</i>
genial, <i>ingenious ; gifted</i>	gewöhnlich, <i>usual</i>
*genießen, <i>to enjoy</i>	*gießen, <i>to pour ; cast</i>
gepaart, <i>co-ordinated ; paired</i>	Gift, <i>n., poison</i>
Gerade, <i>f., straight line</i>	Gitter, <i>n., lattice</i>
gerade, <i>straight, direct ; quite ; just</i>	Glanz, <i>m., lustre, gloss, glow, glare</i>
geradeswegs, <i>straightway</i>	glänzen, <i>to shine</i>
geradlinig, <i>rectilinear</i>	glänzend, <i>brilliant</i>
Gerät, <i>n., tool, implement</i>	Glas, <i>n., glass</i>
*geraten, <i>to come upon, get ; prosper</i>	Glaskühler, <i>m., glass condenser</i>
Gerbstoff, <i>m., tannin</i>	glatt, <i>smooth</i>
gering, <i>small</i>	glauben, <i>to believe</i>
geringfügig, <i>insignificant</i>	
Geruch, <i>m., smell</i>	
gesamt, <i>whole, entire</i>	
Gesamtheit, <i>f., totality, sum</i>	
*geschehen, <i>to happen</i>	
Geschichte, <i>f., history ; story</i>	
Geschwindigkeit, <i>f., velocity</i>	

gleich, <i>equal, similar ; level</i>	Grundlinie, <i>f., outline</i>
gleichartig, <i>similar</i>	grundsätzlich, <i>fundamental</i>
gleicherweise, <i>in like manner</i>	Gruppe, <i>f., group</i>
gleichförmig, <i>uniform, even ; monotonous</i>	gültig, <i>valid</i>
Gleichförmigkeit, <i>f., uniformity</i>	Gültigkeit, <i>f., validity</i>
Gleichgewicht, <i>n., equilibrium, balance</i>	Gummi, <i>n., rubber ; gum</i>
*gleichkommen, <i>to equal</i>	Gußeisen, <i>n., cast iron, pig iron</i>
gleichmäßig, <i>uniform ; similar ; symmetrical ; equal</i>	gut, <i>good</i>
Gleichnis, <i>n., simile</i>	Haar, <i>n., hair</i>
Gleichung, <i>f., equation</i>	haben, <i>to have</i>
gleichwertig, <i>equivalent</i>	halb, <i>half</i>
gleichzeitig, <i>simultaneous ; contemporary</i>	Halbkreis, <i>m., semicircle</i>
Glied, <i>n., member, degree</i>	halbkreisförmig, <i>semicircular</i>
glücken, <i>to prosper, turn out well</i>	Hälfte, <i>f., half</i>
glücklich, <i>happy</i>	*halten, <i>to hold, keep ; consider</i>
glühen, <i>to make red hot ; glow</i>	haltig, <i>containing (as a suffix in compounds)</i>
Gott, <i>m., god</i>	handeln, <i>to treat of</i>
Grad, <i>m., degree</i>	es handelt sich um, <i>it concerns</i>
Grenze, <i>f., boundary, limit</i>	handlich, <i>handy</i>
griechisch, <i>Greek</i>	hart, <i>hard</i>
grob, <i>large ; coarse</i>	härten, <i>to harden</i>
groß, <i>big</i>	Häufchen, <i>n., little heap</i>
Größe, <i>f., magnitude, size, quantity</i>	Haufen, <i>m., heap</i>
Größenordnung, <i>f., magnitude</i>	häufig, <i>frequent</i>
größenteils, <i>mainly, to a large extent</i>	Häufigkeit, <i>f., frequency</i>
Großmutter, <i>f., grandmother</i>	Haupt, <i>n., head ; (as prefix in compounds) main, chief</i>
grübeln, <i>to brood ; rummage</i>	hauptsächlich, <i>mainly</i>
grün, <i>green</i>	Hauptsatz, <i>m., main point ; axiom</i>
Grund, <i>m., reason</i>	Hauptwort, <i>n., noun</i>
Grundlage, <i>f., basis</i>	Haus, <i>n., house</i>
grundlegend, <i>fundamental</i>	heftig, <i>energetic ; violent</i>
gründlich, <i>fundamental</i>	heilen, <i>to heal</i>
	heilig, <i>holy</i>

- Heilmittel, *n.*, *remedy*
 Heilwirkung, *f.*, *healing action*
 heiß, *hot*
 *heißen, *to be called ; name*
 Heizung, *f.*, *heating*
 hell, *bright ; clear*
 hemmen, *to stop, check*
 herab, *down*
 herabdrücken, *to lower, de-
press : press down*
 *herabfallen, *to fall down*
 Herabsetzung, *f.*, *reduction ;
degradation*
 *heranwachsen, *to grow up*
 *heranziehen, *to draw on, quote*
 heraus, *out*
 herausbilden, *to elaborate, de-
velop*
 Herausgabe, *f.*, *editing ; edi-
tion ; giving back*
 *herausgreifen, *to single out ;
choose at random*
 herausstellen, *to expose*
 sich —, *to turn out*
 herbeiführen, *to give rise to*
 *hereinkommen, *to intrude ;
enter*
 herrlich, *grand*
 herrschen, *to prevail ; rule*
 herrühren, *to proceed (from),
originate (in)*
 herstammen, *to be derived
(from)*
 herstellen, *to produce, prepare*
 Herstellung, *f.*, *manufacture,
production ; restoration*
 herum, *round about*
 *hervorbringen, *to produce,
evoke*
 *hervorgehen, *to proceed, result*
 hervorragend, *prominent*
 *hervorrufen, *to call forth*
 Hervortreten, *n.*, *appearance*
 heute, *to-day*
 hier, *here*
 hieraus, *from this*
 hierbei, *hereby ; in this way ;
in this case*
 hierdurch, *through this*
 hierher, *hither*
 bis hierher, *until now,
hitherto ; so far*
 hierin, *herein*
 hiermit, *herewith*
 hiernach, *hereupon ; accord-
ing to this*
 hiervon, *from this*
 hierzu, *to this end ; moreover*
 Hilfe, *f.*, *help*
 Hilfsmittel, *n.*, *expedients,
ends*
 Himmel, *m.*, *heaven*
 hin, *away from*
 Hinblick, *m.*, *prospect*
 im — auf, *with regard to*
 hindurch, *throughout*
 hindurchpressen, *to squeeze
through*
 hinein, *in*
 hineinleuchten, *to let in light*
 hingegen, *on the other hand ;
whereas*
 hinreichend, *sufficient*
 Hinsicht, *f.*, *view, consideration*
 in — auf, *with regard to*
 hinsichtlich, *with regard to*
 hinstellen, *to represent*
 hinter, *hind ; behind*
 Hintergrund, *m.*, *background*
 *hinweisen, *to indicate*

hinwiderum, *again, once more ;*
on the other hand
 hinzufügen, *to add*
 Hinzunahme, *f., addition*
 Hitze, *f., heat*
 hoch, *high*
 hochmolekulär, *of high mo-*
lecular weight
 hoffentlich, *it is to be hoped*
 Höhe, *f., height*
 Hohlraum, *m., hollow space*
 Holz, *n., wood*
 Hülle, *f., cover ; veil ; envelope*

ich, *I*
 ihn, *him*
 ihr, *you ; to her ; her ; their*
 immer, *always*
 immerhin, *always ; after all*
 indem, *whilst*
 indes, *meanwhile ; however*
 indessen, *meanwhile*
 infolge, *as a result of*
 infolgedessen, *therefore*
 Inhalt, *m., contents, capacity*
 inhaltsreich, *weighty ; com-*
prehensive ; significant
 innen, *within*
 innerhalb, *within ; on the inside*
 insbesondere, *specially*
 insofern, *so far ; in so far as*
 inzwischen, *meanwhile*
 irgendein, *any at all*
 irgendwelcher, *anysoever ;*
someone
 Isolator, *m., insulator*
 isolieren, *to insulate*

ja, *yes ; indeed*
 jäh, *sudden, abrupt*

Jahr, *n., year*
 Jahrhundert, *n., century*
 jährlich, *yearly*
 je, *ever, in any case ; before*
 comparatives and followed
 by *desto, the . . . the . . .*
e.g. je mehr, desto besser
 jedenfalls, *in any case*
 jeder, *every, each*
 jedoch, *nevertheless, yet*
 jemand, *someone*
 jener, *that*
 jetztig, *present*
 jetzt, *now*
 jeweils, *in every case*
 Jod, *n., iodine*

Kali, *n., potash, potassium*
hydroxide
 Kalilauge, *f., potash lye*
 Kalium-Chromat, *n., potas-*
sium chromate
 Kalk, *m., lime*
 kalt, *cold*
 Kälte, *f., cold, frigidity*
 Kältebad, *n., freezing mixture*
 Kältemischung, *f., freezing*
mixture
 Kante, *f., edge*
 Karbonsäure, *f., carbonic acid*
 kaufen, *to buy*
 käuflich, *commercial*
 Kaufmann, *m., shopkeeper*
 kaum, *hardly*
 kehren, *to turn*
 Keim, *m., nucleus ; germ ;*
origin
 kein, *no, not any*
 keinerlei, *of no kind ; not any*
 keineswegs, *by no means*

Kenntnis, <i>f.</i> , <i>knowledge</i>	zustande kommen, <i>to take place, come about</i>
kennzeichnen, <i>to mark, characterise</i>	komplizieren, <i>to complicate</i>
Kennzeichen, <i>n.</i> , <i>characteristic</i>	komprimieren, <i>to compress</i>
keramisch, <i>ceramic</i>	Königsrinde, <i>f.</i> , <i>calisaya bark</i>
Kern, <i>m.</i> , <i>nucleus</i>	*können, <i>to be able</i>
Kernpunkt, <i>m.</i> , <i>gist; strong-point</i>	konsequent, <i>consecutive; consistent</i>
Kessel, <i>m.</i> , <i>boiler; kettle</i>	koppeln, <i>to couple; double</i>
Kieselerde, <i>f.</i> , <i>silica</i>	Korn, <i>n.</i> , <i>grain</i>
Kieselzinkerz, <i>n.</i> , <i>siliceous calamine</i>	Körper, <i>m.</i> , <i>body</i>
Kitt, <i>m.</i> , <i>cement</i>	Kraft, <i>f.</i> , <i>force; power; strength</i>
kitten, <i>to cement</i>	kraft, <i>on the strength of</i>
klar, <i>clear</i>	kräftig, <i>strong</i>
noch nicht im klaren sein, <i>not yet to see one's way (about something)</i>	Kreis, <i>m.</i> , <i>circle</i>
klarlegen, <i>to clarify</i>	Krieg, <i>m.</i> , <i>war</i>
Klasse, <i>f.</i> , <i>class, rank</i>	Kristall, <i>m.</i> , <i>crystal</i>
kleben, <i>to cleave (to); fasten (with paste or glue)</i>	Krone, <i>f.</i> , <i>crown</i>
Knall, <i>m.</i> , <i>detonation</i>	Kronglas, <i>n.</i> , <i>crown glass</i>
Knallquecksilber, <i>n.</i> , <i>fulminate of mercury</i>	Kropf, <i>m.</i> , <i>goitre</i>
Knallsäure, <i>f.</i> , <i>fulminic acid</i>	Kugel, <i>f.</i> , <i>ball, sphere, globe</i>
Knoten, <i>m.</i> , <i>node; knot</i>	kühlen, <i>to cool</i>
knüpfen, <i>to unite</i>	Kühler, <i>m.</i> , <i>condenser</i>
Kochsalz, <i>n.</i> , <i>kitchen salt</i>	Kühling, <i>f.</i> , <i>cooling</i>
Kohle, <i>f.</i> , <i>charcoal, coal, carbon</i>	Kühlrohr, <i>n.</i> , <i>cooling tube</i>
Kohlenoxyd, <i>n.</i> , <i>carbon monoxide</i>	Kunst, <i>f.</i> , <i>art</i>
Kohlensäure, <i>f.</i> , <i>carbon dioxide</i>	künstlich, <i>artificial</i>
Kohlenstoff, <i>m.</i> , <i>carbon</i>	Kupfer, <i>n.</i> , <i>copper</i>
Kohlenwasserstoff, <i>m.</i> , <i>hydrocarbon</i>	kupfern, <i>of copper</i>
Kolben, <i>m.</i> , <i>piston; large bottle; club</i>	kurz, <i>short</i>
*kommen, <i>to come</i>	bis vor kurzen, <i>until recently</i>
	kurzlebig, <i>shortlived</i>
	kurzweg, <i>for short</i>
	Ladung, <i>f.</i> , <i>charge; load</i>
	Lage, <i>f.</i> , <i>position; attitude; state</i>
	lang, <i>long</i>

lange, <i>for a long time</i>	locker, <i>loose</i>
langsam, <i>slow</i>	lokalisierbar, <i>localisable</i>
*lassen, <i>to allow ; cause</i>	lösen, <i>to dissolve ; solve ;</i>
lasten, <i>to press heavily upon</i>	<i>loosen</i>
Laufbahn, <i>f., career</i>	löslich, <i>soluble</i>
*laufen, <i>to run</i>	Löslichkeit, <i>f., solubility</i>
laut, <i>loud ; audible</i>	Lösung, <i>f., solution</i>
lauten, <i>to sound, run, read</i>	löten, <i>to solder</i>
leben, <i>to live</i>	Luft, <i>f., air</i>
leer, <i>empty</i>	Luftfeuchtigkeit, <i>f., atmo-</i>
Lehrbuch, <i>n., textbook, manual</i>	<i>spheric moisture</i>
Lehre, <i>f., theory ; doctrine</i>	Luftraum, <i>m., airfilled space</i>
lehren, <i>to teach</i>	
Lehrer, <i>m., instructor</i>	Macht, <i>f., might, power</i>
Leib, <i>m., body</i>	mächtig, <i>mighty</i>
leicht, <i>easy ; light</i>	Mädchen, <i>n., girl</i>
Leichtigkeit, <i>f., facility, ease</i>	Mal, <i>n., time, occasion</i>
*leiden, <i>to suffer</i>	Maler, <i>m., painter</i>
leider, <i>unfortunately</i>	man, <i>one</i>
leiten, <i>to lead, guide</i>	mancher, <i>many a</i>
Leiter, <i>m., conductor ; f., ladder</i>	Mangan, <i>n., manganese</i>
Leitfähigkeit, <i>f., conductivity</i>	Mangel, <i>m., lack, deficiency</i>
Leitvermögen, <i>n., conducting</i>	mannigfaltig, <i>various, manifold</i>
<i>power</i>	Mannigfaltigkeit, <i>f., variety</i>
*lesen, <i>to read</i>	Mantel, <i>m., surface ; jacket ;</i>
letzt, <i>last, ultimate</i>	<i>cloak</i>
letzter, <i>latter</i>	Marmor, <i>m., marble</i>
letztthin, <i>ultimately</i>	Maß, <i>n., measure, degree</i>
leuchten, <i>to emit light, shine</i>	maßanalytisch, <i>volumetric</i>
leuchtend, <i>bright, luminous</i>	Masse, <i>f., mass</i>
Leute, <i>m., people</i>	maßgebend, <i>authoritative, de-</i>
Licht, <i>n., light</i>	<i>cisive</i>
Lichterglanz, <i>m., radiance</i>	Maßstab, <i>m., scale ; ruler ;</i>
liebevoll, <i>loving</i>	<i>measuring rod</i>
liefern, <i>to deliver, yield, pro-</i>	Materie, <i>f., matter</i>
<i>duce, supply</i>	Mauer, <i>f., wall</i>
*liegen, <i>to lie, be recumbent</i>	mehr, <i>more</i>
Linie, <i>f., line</i>	mehrbasisch, <i>polybasic</i>
Linse, <i>f., lens ; lentil ; pen-</i>	mehrfach, <i>multiple, manifold</i>
<i>dulum-bob</i>	mehrtägig, <i>of several days</i>

meinen, <i>to think, believe ; signify</i>	mühevoll, <i>troublesome</i>
meist, <i>most ; mostly</i>	*müssen, <i>to have to</i>
am meisten, <i>for the most part</i>	Muster, <i>n., pattern, sample</i>
Menge, <i>f., quantity, amount</i>	Mut, <i>m., courage</i>
Mensch, <i>m., human being</i>	Mutter, <i>f., mother</i>
merklich, <i>marked, noticeable</i>	Mutterlauge, <i>f., mother liquid</i>
*messen, <i>to measure</i>	nach, <i>after ; to ; according to</i>
Messer, <i>n., knife</i>	nachdem, <i>after</i>
Messing, <i>n., brass</i>	nachdenken, <i>to think, reflect, consider</i>
Messung, <i>f., measurement</i>	Nachdenken, <i>n., reflection</i>
Methode, <i>f., method</i>	nacheinander, <i>one after another</i>
mich, <i>me</i>	Nachhall, <i>m., reverberation, echo</i>
minder, <i>less</i>	nachher, <i>afterwards</i>
mindestens, <i>at least</i>	Nachruf, <i>m., obituary notice</i>
Mischbarkeit, <i>f., miscibility</i>	*nachstehen, <i>to be inferior (to), follow</i>
mischen, <i>to mix, blend, alloy</i>	Nachweis, <i>m., proof</i>
Mischung, <i>f., mixture</i>	nachweisbar, <i>provable, demonstrable</i>
mißglücken, <i>to fail</i>	*nachweisen, <i>to indicate ; prove</i>
Mißtrauen, <i>n., suspicion</i>	nackt, <i>naked, bare</i>
Mißverständnis, <i>n., misunderstanding</i>	Nadel, <i>f., needle</i>
mit, <i>with</i>	nahe, <i>near, close</i>
Mitarbeiter, <i>m., collaborator</i>	nahezu, <i>nearly</i>
mitführen, <i>to carry along with</i>	Nahrung, <i>f., food</i>
Mithilfe, <i>f., assistance</i>	Name, <i>m., name</i>
Mitte, <i>f., middle</i>	namentlich, <i>by name ; especially, in particular</i>
mitteilen, <i>to communicate</i>	nämlich, <i>same ; namely ; of course</i>
Mitteilung, <i>f., communication</i>	Narkose, <i>f., narcosis</i>
Mittel, <i>n., means ; agent, medium</i>	naß, <i>wet</i>
Mittelpunkt, <i>m., centre</i>	Natrium, <i>n., sodium</i>
mittels, <i>by means of</i>	Natronlauge, <i>f., sodium hydrate</i>
mittler, <i>medium, average</i>	Naturforscher, <i>m., naturalist</i>
*mögen, <i>to care to ; be able to</i>	natürlich, <i>natural</i>
möglich, <i>possible</i>	
möglichst, <i>as much as possible</i>	
Molekel, <i>f., or Molekül, n., molecule</i>	

Nebel, <i>m.</i> , <i>mist</i> , <i>fog</i>	nur, <i>only</i>
neben, <i>besides</i>	nützlich, <i>useful</i>
Nebenwirkung, <i>f.</i> , <i>subsidiary effect</i>	Nutzlosigkeit, <i>f.</i> , <i>uselessness</i>
*nehmen, <i>to take</i>	oben, <i>above</i>
neigen, <i>to bend; incline, slope, decline</i>	ober, <i>upper</i>
nein, <i>no</i>	Oberfläche, <i>f.</i> , <i>surface</i>
*nennen, <i>to name; call</i>	oberhalb, <i>above</i>
Nennung, <i>f.</i> , <i>mention, naming</i>	obgleich, <i>although</i>
Netz, <i>n.</i> , <i>net</i>	obig, <i>above-mentioned</i>
neu, <i>new</i>	Objectiv, <i>n.</i> , <i>lens; objective</i>
Neuerschaffung, <i>f.</i> , <i>new erection</i>	obwalten, <i>to prevail</i>
Neusilber, <i>n.</i> , <i>German silver</i>	obwohl, <i>although</i>
Neuzeit, <i>f.</i> , <i>modern times</i>	oder, <i>or</i>
nicht, <i>not</i>	Ofen, <i>m.</i> , <i>stove; oven</i>
Nichtleiter, <i>m.</i> , <i>non-conductor</i>	offenbar, <i>obvious, evident</i>
nichtsdestoweniger, <i>nevertheless</i>	Öffnung, <i>f.</i> , <i>opening, aperture, slot</i>
nie, <i>never</i>	Öffnungswinkel, <i>m.</i> , <i>angular aperture</i>
nieder, <i>low, inferior; down</i>	oft, <i>often</i>
niederlegen, <i>to lay down, deposit</i>	Okular, <i>n.</i> , <i>eye-piece</i>
Niederschlag, <i>m.</i> , <i>precipitate, sediment</i>	Öl, <i>n.</i> , <i>oil</i>
niedrig, <i>low</i>	ordnen, <i>to arrange</i>
niemals, <i>never</i>	Organismus, <i>m.</i> , <i>organism</i>
niemand, <i>nobody</i>	Ort, <i>m.</i> , <i>position, place</i>
nirgends, <i>nowhere</i>	paaren, <i>to pair; sort, match</i>
noch, <i>yet, still</i>	Parabel, <i>f.</i> , <i>parabola</i>
nochmals, <i>once more</i>	passend, <i>suitable</i>
notwendig, <i>necessary</i>	peinlich, <i>painstaking; painful</i>
notwendigerweise, <i>necessarily</i>	Persönlichkeit, <i>f.</i> , <i>personality</i>
Null, <i>f.</i> , <i>nought, zero</i>	Pflanze, <i>f.</i> , <i>plant</i>
null, <i>null</i>	Phänomen, <i>n.</i> , <i>phenomenon</i>
Nullpunkt, <i>m.</i> , <i>zero point</i>	Phosphor, <i>m.</i> , <i>phosphorus</i>
*nullwerden, <i>to become zero</i>	Phosphorwasserstoff, <i>m.</i> , <i>phosphoretted hydrogen</i>
nun, <i>now</i>	Platte, <i>f.</i> , <i>disc; plate, dish</i>
nunmehr, <i>by this time, henceforth</i>	platte (photo)
	polieren, <i>to polish</i>

porös, *porous*
 Porzellan, *n., china*
 Präparat, *n., preparation*
 Prinzip, *n., principle*
 prinzipiell, *on principle*
 Privatdozent, *m., unsalaried lecturer at a university*
 Promille, *n., thousandth, per thousand*
 Prozent, *n., per cent.*
 prozentuell, *percentage*
 prüfen, *to examine; test*
 Prüfung, *f., examination; test*
 Punkt, *m., point*

Quecksilber, *n., mercury*
 Quelle, *f., source; fountain*
 quer, *transverse; oblique*
 Querschnitt, *m., cross-section*

rasch, *quick*
 Rauch, *m., smoke*
 rauchen, *to smoke*
 Raum, *m., space; room*
 räumlich, *dimensional*
 Rechnung, *f., calculation*
 recht, *right; straight; proper, correct, lawful*
 Recht, *n., right; law; justice*
 mit —, *rightly*
 Rede, *f., speech*
 reden, *to speak*
 Regel, *f., rule*
 in der —, *as a rule*
 Reibung, *f., friction*
 reich, *rich*
 reichlich, *abundant*
 Reihe, *f., series; row*
 rein, *pure*
 reinigen, *to purify*

Reinigung, *f., refinement; purification*
 reproduzierbar, *reproducible*
 Rest, *m., residue*
 Rhodan, *n., thiocyanogen*
 Rhodanammoniumlösung, *f., ammonium thiocyanate solution*
 richten, *to adjust, regulate; direct*
 sich nach etwas —, *to be determined by, conform to something*
 richtig, *correct*
 Richtigkeit, *f., correctness, accuracy*
 Richtung, *f., direction*
 Rinde, *f., crust; bark*
 ringsumher, *round about*
 roh, *crude; rough, coarse*
 Rohr, *n., tube, pipe*
 Rohrzucker, *m., cane sugar*
 Rolle, *f., part, rôle*
 rollen, *to roll, revolve*
 rosten, *to rust*
 rot, *red*
 rötlich, *reddish*
 Rücken, *m., back*
 Rückfluß, *m., reflux*
 rückgängig, *reversible; retrograde*
 Rückstand, *m., remainder, rest, residue*
 *rufen, *to call*
 Ruhe, *f., rest*
 ruhen, *to rest*
 rühren, *to stir; touch*
 Rüstzeug, *m., equipment*
 sagen, *to say, tell, speak*

Salpeter, <i>n.</i> , <i>nitre</i>	*schließen, <i>to conclude ; shut,</i>
Salpetersäure, <i>f.</i> , <i>nitric acid</i>	<i>close ; lock</i>
Salz, <i>n.</i> , <i>salt</i>	schließlich, <i>finally</i>
salzsauer, <i>hydrochloric</i>	Schloß, <i>n.</i> , <i>lock ; castle</i>
Salzsäure, <i>f.</i> , <i>hydrochloric acid</i>	Schluß, <i>m.</i> , <i>conclusion</i>
sammeln, <i>to collect, gather</i>	Schlüssel, <i>m.</i> , <i>key</i>
sämtlich, <i>all ; entire ; collective</i>	Schlußfolgerung, <i>f.</i> , <i>deduction</i>
sättigen, <i>to saturate</i>	schmecken, <i>to taste</i>
Sättigung, <i>f.</i> , <i>saturation</i>	schmelzbar, <i>fusible</i>
Satz, <i>m.</i> , <i>theorem ; setting ;</i>	Schmelzbarkeit, <i>f.</i> , <i>fusibility</i>
<i>sentence</i>	Schmelze, <i>f.</i> , <i>fusion</i>
sauer, <i>acid, sour</i>	schmelzen, <i>to melt, dissolve,</i>
säuern, <i>to acidulate</i>	<i>fuse</i>
Sauerstoff, <i>m.</i> , <i>oxygen</i>	Schmelztemperatur, <i>f.</i> , <i>melting-</i>
Saugpumpe, <i>f.</i> , <i>suction pump</i>	<i>temperature</i>
Säure, <i>f.</i> , <i>acid</i>	schmerzhaft, <i>painful</i>
Säurechlorid, <i>n.</i> , <i>acid chloride</i>	Schmiedeeisen, <i>n.</i> , <i>wrought iron</i>
Schall, <i>m.</i> , <i>sound</i>	schmücken, <i>to adorn, decorate</i>
Schar, <i>f.</i> , <i>set ; band, herd,</i>	Schnee, <i>m.</i> , <i>snow</i>
<i>crowd</i>	*schneiden, <i>to cut</i>
scharf, <i>pungent ; sharp</i>	schneien, <i>to snow</i>
Schärfe, <i>f.</i> , <i>sharpness</i>	schnell, <i>quick</i>
Scheibe, <i>f.</i> , <i>disc ; slice</i>	Schnitt, <i>m.</i> , <i>section ; cut</i>
Scheidewand, <i>f.</i> , <i>diaphragm ;</i>	schon, <i>already, certainly</i>
<i>partition wall</i>	schön, <i>beautiful</i>
Schein, <i>m.</i> , <i>light, lustre</i>	schonen, <i>to be sparing of ;</i>
*scheinen, <i>to seem, appear ;</i>	<i>treat with consideration</i>
<i>shine</i>	schonend, <i>sparing ; con-</i>
schenken, <i>to bestow, grant ;</i>	<i>siderate ; indulgent</i>
<i>pour out ; fill</i>	Schranke, <i>f.</i> , <i>barrier</i>
Schicht, <i>f.</i> , <i>layer</i>	Schreibweise, <i>f.</i> , <i>symbolism</i>
Schicksal, <i>n.</i> , <i>fate</i>	schrittweise, <i>step by step</i>
*schieben, <i>to push</i>	Schuld, <i>f.</i> , <i>fault ; debt</i>
schildern, <i>to describe, depict</i>	Schüssel, <i>f.</i> , <i>plate</i>
schimmern, <i>to gleam, twinkle</i>	schütteln, <i>to shake</i>
*schlagen, <i>to strike, beat, hit</i>	schwach, <i>weak</i>
Schlagwort, <i>n.</i> , <i>catchword</i>	schwächen, <i>to weaken</i>
schlecht, <i>bad</i>	schwarz, <i>black</i>
*schleifen, <i>to grind, whet</i>	schwärzen, <i>to blacken</i>
schleudern, <i>to throw</i>	Schwefel, <i>m.</i> , <i>sulphur</i>

Schwefelsäure, <i>f.</i> , <i>sulphuric acid</i>	sicherlich, <i>surely</i>
schweflig, <i>sulphurous</i>	Sicht, <i>f.</i> , <i>sight</i>
schwer, <i>heavy</i> ; <i>difficult</i>	sichtbar, <i>visible</i>
Schwere, <i>f.</i> , <i>gravity</i> ; <i>weight</i>	sie, <i>she</i> ; <i>they</i>
schwerlöslich, <i>slightly soluble</i>	Siede, <i>f.</i> , <i>boiling</i>
schwierig, <i>difficult</i>	sieden, <i>to boil</i>
Schwierigkeit, <i>f.</i> , <i>difficulty</i>	Silber, <i>n.</i> , <i>silver</i>
Schwingung, <i>f.</i> , <i>oscillation</i>	Sinn, <i>m.</i> , <i>sense</i> ; <i>mind</i> ; <i>meaning</i>
Schwung, <i>impetus</i> ; <i>swing</i>	Sinus, <i>m.</i> , <i>sine</i>
sechs, <i>six</i>	Sitz, <i>m.</i> , <i>seat</i>
See, <i>m.</i> , <i>lake</i>	*sitzen, <i>to sit</i>
Seele, <i>f.</i> , <i>soul</i>	Skala, <i>f.</i> , <i>scale</i>
Sehfeld, <i>n.</i> , <i>field of vision</i>	so, <i>so</i> ; <i>as</i>
sehr, <i>very</i>	sobald, <i>as soon as</i>
Seide, <i>f.</i> , <i>silk</i>	sodann, <i>after that</i>
Seidenglanz, <i>m.</i> , <i>silky lustre</i>	soeben, <i>just</i>
sein, <i>his</i> ; <i>its</i>	sofort, <i>at once</i>
sein, <i>to be</i>	sogar, <i>even</i>
seinerzeit, <i>in his time</i>	sogenannt, <i>so-called</i>
seinesgleichen, <i>of its kind</i>	sogleich, <i>at once</i>
seit, <i>since</i>	solcher, <i>such</i>
Seite, <i>f.</i> , <i>side</i>	*sollen, <i>to be supposed to,</i>
seitig, <i>sided</i> (suffix in com- pounds, <i>e.g.</i> sechsseitig, <i>hexagonal</i>)	<i>obliged to</i> ; <i>owe</i>
seitlich, <i>sideways</i>	somit, <i>consequently</i>
selbst, <i>self</i> ; <i>even</i>	sonder, <i>without</i> ; <i>special</i> ; <i>separate</i>
von —, <i>spontaneously</i>	sonderlich, <i>special</i>
Selbstentzündlichkeit, <i>spontaneous inflammability</i>	sondern, <i>but</i> ; <i>to separate, dis-</i> <i>tinguish</i>
selbstständig, <i>independent,</i> <i>separate</i>	Sonderstellung, <i>f.</i> , <i>exceptional</i> <i>position</i>
selbstverständlich, <i>self-evident</i>	Sonne, <i>f.</i> , <i>sun</i>
selten, <i>rare</i>	Sonnensystem, <i>n.</i> , <i>solar system</i>
seltsam, <i>strange</i>	sonst, <i>otherwise</i>
senkrecht, <i>perpendicular</i>	Sorgfalt, <i>f.</i> , <i>carefulness</i>
setzen, <i>to put, set, place</i>	sorgfältig, <i>careful</i>
sich, <i>self, selves</i>	soweit, <i>so far</i>
an —, <i>in itself</i>	sowie, <i>as also</i>
	sowohl . . . wie, <i>both . . . and</i>
	spalten, <i>to split</i>

Spaltung, <i>f.</i> , <i>splitting</i>	Steigerung, <i>f.</i> , <i>raising, intensifying</i>
spannen, <i>to stretch</i>	Stein, <i>m.</i> , <i>stone</i>
Spannung, <i>f.</i> , <i>tension, strain</i>	Stelle, <i>f.</i> , <i>place</i>
spät, <i>late</i>	an — treten, <i>to take the place (of)</i>
Speise, <i>f.</i> , <i>food, meal</i>	stellen, <i>to place</i>
speziell, <i>special</i>	Stellung, <i>f.</i> , <i>position</i>
spezifisch, <i>specific</i>	*sterben, <i>to die</i>
Spezifität, <i>f.</i> , <i>specificity</i>	Stern, <i>m.</i> , <i>star</i>
sphärisch, <i>spherical</i>	stets, <i>continually; always</i>
Spiel, <i>n.</i> , <i>play, game</i>	Stickstoff, <i>n.</i> , <i>nitrogen</i>
spielen, <i>to play</i>	stillen, <i>to be silent</i>
Sprache, <i>f.</i> , <i>language</i>	stillend, <i>soothing</i>
*sprechen, <i>to speak</i>	Stirn, <i>f.</i> , <i>forehead; front</i>
*springen, <i>to jump; burst</i>	Stoff, <i>m.</i> , <i>body; matter, substance; material, cloth</i>
spröde, <i>brittle</i>	stören, <i>to disturb, interrupt</i>
sprühen, <i>to sparkle; sprinkle, spray</i>	Störung, <i>f.</i> , <i>disturbance</i>
Stahl, <i>m.</i> , <i>steel</i>	*stoßen, <i>to shove; knock</i>
stammen, <i>to be derived, originate</i>	Strahl, <i>m.</i> , <i>ray; flash; jet; bolt; radius</i>
Stand, <i>m.</i> , <i>state, condition</i>	strahlen, <i>to shine; to emit rays</i>
*standhalten, <i>to stand firm</i>	Strahler, <i>m.</i> , <i>radiator</i>
Standpunkt, <i>m.</i> , <i>point of view</i>	Strahlung, <i>f.</i> , <i>radiation</i>
stark, <i>strong</i>	strecken, <i>to stretch</i>
Stärke, <i>f.</i> , <i>strength</i>	*streichen, <i>to stroke, graze; strike (a match); extend</i>
starr, <i>rigid</i>	Streichholz, <i>n.</i> , <i>match</i>
stationär, <i>steady</i>	Streif, <i>m.</i> , <i>streak</i>
statt, <i>instead</i>	Strich, <i>m.</i> , <i>stroke</i>
*stattfinden, <i>to take place</i>	Strichvalenz, <i>f.</i> , <i>straight line bond</i>
*statthaben, <i>to take place</i>	Strom, <i>m.</i> , <i>current; stream</i>
statthaft, <i>admissible, valid</i>	strömen, <i>to stream</i>
Staub, <i>m.</i> , <i>dust</i>	Stromfaden, <i>m.</i> , <i>filament</i>
staunenswert, <i>remarkable</i>	Stromkreis, <i>m.</i> , <i>circuit</i>
stechend, <i>penetrating</i>	stromlos, <i>without current</i>
stecken, <i>to be involved, be in-herent, stick</i>	Strömung, <i>f.</i> <i>stream, flow</i>
*stehen, <i>to stand</i>	Stück, <i>n.</i> , <i>piece, bit</i>
*steigen, <i>to rise</i>	
steigern, <i>to increase</i>	

- Stufe, *f.*, *step, degree, stage*
 Stunde, *f.*, *hour*
 Substanz, *f.*, *substance*
 suchen, *to seek*
 Sumpf, *m.*, *swamp*
 Sünde, *f.*, *sin*
 Sylvesterabend, *m.*, *New Year's Eve*
 Tag, *m.*, *day*
 zu Tage liegen, *to be manifest*
 Tat, *f.*, *deed ; fact*
 in der —, *in reality*
 Tatsache, *f.*, *fact*
 tatsächlich, *actual*
 tausend, *thousand*
 Technik, *f.*, *technical science ; arts*
 Teil, *m. and n.*, *part*
 zum Teile, *partly*
 teilbar, *divisible*
 teilen, *to divide, share, separate*
 Teilchen, *n.*, *particle*
 teilweise, *partly*
 tief, *deep*
 Tier, *n.*, *animal*
 Tisch, *m.*, *table*
 Titan, *n.*, *titanium*
 titrieren, *to titrate*
 Tod, *m.*, *death*
 Todsünde, *f.*, *deadly sin*
 Ton, *n.*, *clay ; tone*
 Tonerde, *f.*, *alumina*
 Tonware, *f.*, *piece of pottery*
 Töpfer, *m.*, *potter*
 Töpferfarbe, *f.*, *pottery colour*
 träge, *slow*
 *tragen, *to bear, carry, support*
 Träger, *m.*, *carrier*
- Trägheit, *f.*, *inertia ; persistence ; slowness, indolence*
 Tragweite, *f.*, *range*
 *treffen, *to hit, reach, come upon*
 trennen, *to separate*
 *treten, *to walk, step, go*
 trocken, *dry*
 Trockene, *f.*, *dryness*
 trocknen, *to dry*
 Tropfen, *m.*, *drop*
 trotz, *in spite of*
 trotzdem, *in spite of the fact that*
 Tuch, *n.*, *cloth*
 Tür, *f.*, *door*
 Typ, *m.*, *type*
 Type, *f.*, *type (printing)*
 übel, *evil*
 Übeltat, *f.*, *misdeed*
 über, *above*
 überall, *everywhere ; at all times*
 überblicken, *to survey, glance over*
 überdies, *moreover*
 übereinstimmen, *to agree*
 Übereinstimmung, *f.*, *agreement*
 überführbar, *convertible*
 überführen, *to transport ; convince*
 Überführung, *f.*, *transportation ; conviction*
 Übergang, *m.*, *transition*
 *übergehen, *to go over, pass over, be transferred -*
 *übergießen, *to pour on ; spill*
 überhaupt, *generally, on the whole*

überlagern, <i>to superimpose</i> sich —, <i>to overlap</i>	Umlagerung, <i>f., rearrangement</i>
überlegen, <i>to consider; lay over</i>	umrühren, <i>to stir</i>
Überlegung, <i>f., reflection, consideration</i>	Umrühren, <i>n., stirring round</i>
überleiten, <i>to lead over, conduct over</i>	umsetzen, <i>to transform</i>
überraschen, <i>to surprise</i>	Umsetzung, <i>f., decomposition; mixing</i>
Überrest, <i>m., remnant</i>	Umstand, <i>m., circumstance</i>
übersättigen, <i>to supersaturate</i>	unter Umständen, <i>circumstances permitting</i>
*überschreiten, <i>to exceed, overstep</i>	umwandeln, <i>to transform</i>
Überschuß, <i>m., excess</i>	Umwandlung, <i>f., transformation, transmutation, change</i>
übersetzen, <i>to translate</i>	Umwelt, <i>f., surroundings, world</i>
Übersicht, <i>f., survey, review</i>	unabhängig, <i>independent</i>
übersiedeln, <i>to transplant, remove; emigrate, move</i>	unbedingt, <i>unqualified, absolute, unconditional</i>
übertragbar, <i>transferable; applicable</i>	unbegrenzt, <i>unbounded</i>
*übertragen, <i>to transfer</i>	Unbehagen, <i>n., unpleasantness, uneasiness</i>
Übertragung, <i>transfer</i>	unbeständig, <i>unstable</i>
*übertreffen, <i>to surpass, exceed</i>	unbeteiligt, <i>having no share in</i>
überzeugen, <i>to persuade</i>	unbewaffnet, <i>unarmed, naked</i>
überzeugt, <i>convinced</i>	unbillig, <i>unreasonable</i>
überziehen, <i>to cover</i>	und, <i>and</i>
üblich, <i>usual</i>	undeutlich, <i>indistinct</i>
übrig, <i>remaining</i>	Uneinheitlichkeit, <i>f., lack of uniformity, inhomogeneity</i>
übrigens, <i>fortherest; bytheway</i>	unendlich, <i>infinite, endless</i>
Uhr, <i>f., clock; hour</i>	unerreichbar, <i>unattainable, inaccessible</i>
um, <i>round; about; concerning</i>	ungemein, <i>uncommon, extraordinary</i>
um so (mehr), <i>all the (more)</i>	Ungenauigkeit, <i>f., inaccuracy</i>
um zu, <i>in order to</i>	ungenützt, <i>unused</i>
*umgeben, <i>to surround</i>	ungestört, <i>uninterrupted</i>
umgekehrt, <i>conversely</i>	ungleichartig, <i>dissimilar</i>
Umkehr, <i>m., reversal</i>	unlöslich, <i>insoluble</i>
umkehren, <i>to return, turn round</i>	unmittelbar, <i>immediate</i>
umlagern, <i>to rearrange; re-store; enclose</i>	unmöglich, <i>impossible</i>

unnötig, <i>unnecessary</i>	unzersetzt, <i>undecomposed</i>
Unordnung, <i>f., disorder</i>	unzutreffend, <i>false, faulty</i>
Unrecht, <i>n., wrong ; injustice</i>	unzuverlässig, <i>unreliable</i>
zu —, <i>wrongly</i>	Uran, <i>n., uranium</i>
unregelmäßig, <i>irregular</i>	uranhaltig, <i>containing uranium</i>
Unreichbarkeit, <i>f., unattainability</i>	Ursache, <i>f., cause</i>
unser, <i>our</i>	ursprünglich, <i>original</i>
u.s.w.=und so weiter, <i>and so on</i>	variieren, <i>to vary</i>
Unsicherheit, <i>insecurity ; uncertainty</i>	Vater, <i>n., father</i>
unten, <i>below</i>	veränderlich, <i>changeable, variable</i>
unter, <i>under</i>	verändern, <i>to change</i>
Unterbrechung, <i>f., interruption</i>	veränderung, <i>alteration, change</i>
*unterbringen, <i>to classify, accommodate</i>	veranlassen, <i>to cause</i>
unterhalb, <i>below</i>	veranschaulichen, <i>render clear, illustrate</i>
*unterhalten, <i>to maintain ; entertain</i>	Veranschaulichung, <i>f., demonstration</i>
unterkühlen, <i>to supercool</i>	verbessern, <i>to improve</i>
unterphosphorig, <i>hypophosphorous</i>	Verbesserung, <i>f., improvement</i>
*unterscheiden, <i>to distinguish</i>	*verbinden, <i>to connect ; oblige</i>
Unterscheidung, <i>f., discrimination</i>	Verbindung, <i>f., compound ; binding ; combination ; connection, junction</i>
Unterschied, <i>m., difference</i>	verbrauchen, <i>to use up, consume</i>
unterstützen, <i>to support, assist</i>	verbreitet, <i>widespread</i>
untersuchen, <i>to investigate, examine</i>	verbunden, <i>indebted</i>
Untersuchung, <i>f., investigation, examination</i>	verdampfen, <i>to vaporise ; to evaporate</i>
untrennbar, <i>inseparable</i>	Verdampfen, <i>n., evaporation</i>
unverändert, <i>unchanged</i>	Verdampfung, <i>f., evaporation</i>
unwesentlich, <i>inconsiderable, unessential</i>	Verdichtung, <i>f., condensation</i>
unzählig, <i>innumerable</i>	verdünnen, <i>to dilute</i>
unzersetzbar, <i>without decomposing</i>	Verdünnung, <i>f., dilution, thinning</i>
	vereinigen, <i>to unite</i>
	*verfahren, <i>to proceed</i>
	Verfahren, <i>n., method</i>

- Verfasser, *m.*, *author*
 verflüssigen, *to liquefy*
 Verflüssigung, *f.*, *liquefaction*
 verfolgen, *to pursue, follow up*
 verfügbar, *available*
 Verfügung, *f.*, *disposal, disposition*
 zur — stehen, *to be at the disposal (of)*
 zur — stellen, *to place at the disposal (of)*
 Vergiftung, *f.*, *poisoning*
 Vergleich, *m.*, *comparison*
 vergleichbar, *comparable*
 *vergleichen, *to compare; equalise*
 vergrößern, *magnify, to enlarge*
 *verhalten, *to behave, act; retain*
 Verhalten, *n.*, *behaviour, conduct*
 Verhältnis, *f.*, *relation, proportion*
 verhältnismäßig, *proportionate*
 verhindern, *to inhibit*
 verkaufen, *to sell*
 verknüpfen, *to unite, connect*
 Verknüpfung, *f.*, *union*
 verkürzen, *to shorten*
 verlangen, *to demand*
 verlangsamen, *to retard*
 Verlangsamung, *f.*, *retardation*
 *verlassen, *to leave*
 Verlauf, *m.*, *course, progress*
 *verlaufen, *to proceed*
 *verlieren, *to lose*
 *vermeiden, *to avoid*
 vermindern, *to lessen, decrease*
 vermöge, *in virtue of*
- Vermögen, *n.*, *capacity, power*
 *vermögen, *to be able*
 vermuten, *to suppose, assume*
 Vermutung, *f.*, *supposition*
 vernebeln, *to form a mist; screen with mist or smoke*
 verneinend, *negative*
 vernichten, *to destroy*
 vernickeln, *to nickel-plate*
 veröffentlichen, *to publish*
 Veröffentlichung, *f.*, *publication*
 *verreiben, *to grind fine*
 verringern, *to diminish*
 versagen, *to deny; refuse*
 versammeln, *to assemble*
 *verschieben, *to displace, shift*
 Verschiebung, *f.*, *displacement; procrastination*
 verschieden, *various, different*
 Verschiedenheit, *f.*, *difference*
 *verschwinden, *to disappear*
 *versehen, *to provide (with)*
 versetzen, *to alloy; displace*
 versilbern, *to silver-plate*
 versinnlichen, *to represent, render perceptible*
 Verständnis, *f.*, *comprehension, appreciation*
 verstärken, *to strengthen*
 *verstehen, *to understand*
 es versteht sich, *it is understood*
 Versuch, *m.*, *experiment, attempt*
 versuchen, *to attempt*
 vertauschbar, *interchangeable*
 verteilen, *to distribute*
 Verteilung, *f.*, *distribution*
 *vertreiben, *to drive away*

- verunreinigt, *adulterated*
 Verunreinigung, *f., adulteration*
 verursachen, *to cause*
 vervielfachen, *to multiply; copy*
 vervollständigen, *to complete*
 verwandeln, *to change*
 verwandt, *related*
 *verwenden, *to use; apply (to); turn away*
 Verwendung, *f., use*
 verwickelt, *complicated*
 *verwirren, *to bewilder; entangle*
 Verwirrung, *f., confusion*
 verzichten, *to renounce, give up all claim (to); desist (from)*
 viel, *much*
 vielfach, *manifold; reiterated*
 vielfältig, *abundant*
 vielleicht, *perhaps*
 vielmehr, *rather; much more; on the contrary*
 vier, *four*
 Volk, *n., people*
 Volkswirtschaft, *f., political economy*
 völlig, *complete*
 vollkommen, *complete, perfect*
 vollständig, *complete, entire*
 *vollziehen, *accomplish, to carry out, put into effect*
 Volumen, *n., volume*
 von, *from; of*
 vor, *before; from; ago*
 *vorausgehen, *to precede*
 Voraussetzung, *f., hypothesis, assumption*
 Vorbereitung, *f., preparation*
 vorder, *fore*
- *vorfinden, *to be met with; to light upon*
 Vorgang, *m., occurrence, proceeding*
 *vorgeben, *to assert, allege*
 Vorgehen, *n., advance; procedure, proceedings*
 vorhanden, *at hand, ready, present, extant*
 Vorhandensein, *n., existence; presence*
 vorher, *previously*
 vorherrschen, *to predominate*
 vorig, *previous*
 *vorkommen, *to occur*
 vorläufig, *provisional; preliminary*
 vorlegen, *to exhibit, lay before*
 vorliegen, *to be present*
 vorliegend, *lying before, in question*
 *vornehmen, *to undertake; take up*
 vornherein, *von, from the beginning*
 Vorrichtung, *f., contrivance*
 Vorschlag, *m., proposal*
 *vorschlagen, *to propose*
 *vorschreiten, *to advance*
 Vorsicht, *f., foresight*
 vorstellen, *to represent, place before*
 Vorstellung, *f., idea, notion*
 Vorteil, *m., advantage*
 vorteilhaft, *advantageous*
 vortrefflich, *excellent*
 Vorurteil, *n., prejudice*
 *vorwiegen, *to preponderate*
 Vorzeichen, *n., sign*

vorziehen, <i>to prefer ; draw forward</i>	wegen, <i>on account of</i>
Vorzug, <i>m., advantage ; preference</i>	weich, <i>mild ; soft</i>
	Weihnacht, <i>f., Christmas</i>
	weil, <i>because</i>
*wachsen, <i>to grow</i>	Weinsäure, <i>f., tartaric acid</i>
Waffe, <i>f., arm, weapon</i>	Weise, <i>f., way, method, manner</i>
wägbar, <i>weighable</i>	weiß, <i>white</i>
wagen, <i>to dare</i>	weit, <i>wide</i>
Wagen, <i>m., car, cart, carriage, wagon</i>	weitaus, <i>by far</i>
wählen, <i>to choose</i>	weiter, <i>further</i>
während, <i>whilst ; during</i>	ohne weiteres, <i>without more ado</i>
Wahrheit, <i>f., truth</i>	weiterhin, <i>further, moreover ; from now on ; far off</i>
wahrnehmbar, <i>perceptible</i>	weitgehend, <i>large</i>
*wahrnehmen, <i>to perceive, notice, observe</i>	welcher, <i>which</i>
Wahrnehmung, <i>f., detection</i>	Welle, <i>f., wave</i>
wahrscheinlich, <i>probable</i>	Wellenlänge, <i>f., wavelength</i>
walzen, <i>to roll</i>	Weltall, <i>n., universe</i>
Wand, <i>f., wall</i>	wenig, <i>little, slightly</i>
Wärme, <i>f., heat</i>	wenige, <i>few</i>
Wärmekraftmaschine, <i>f., heat engine</i>	wenn, <i>when ; if ; though</i>
Warmetönung, <i>f., heat tone</i>	wenn auch, <i>although</i>
warum, <i>why</i>	wenngleich, <i>although</i>
*waschen, <i>to wash</i>	*werden, <i>to become</i>
Wasser, <i>n., solution, water</i>	*werfen, <i>to throw</i>
wasserfrei, <i>anhydrous</i>	Werk, <i>n., work ; act ; book</i>
Wasserstoff, <i>m., hydrogen</i>	Wert, <i>m., value</i>
Wasserverbindung, <i>f., hydra- tion</i>	wertig, <i>valent ; of value</i>
wässrig, <i>diluted, aqueous</i>	einwertig, <i>univalent</i>
watscheln, <i>to waddle</i>	Wertigkeit, <i>f., valency</i>
Wechselfieber, <i>n., intermittent fever</i>	wertvoll, <i>valuable</i>
wechseln, <i>to change</i>	Wesen, <i>n., nature ; existence ; essence</i>
weder . . . noch, <i>neither . . . nor</i>	wesentlich, <i>essential</i>
Weg, <i>m., way, path</i>	weshalb, <i>on which account, wherefore</i>
weg, <i>away</i>	wichtig, <i>important</i>
	Wichtigkeit, <i>f., importance</i>
	wider, <i>against</i>

- Widerspruch, *m.*, *contradiction*
auf — stoßen, *to meet with*
opposition
- Widerstand, *m.*, *resistance*
widerstandsfähig, *resistant*,
capable of resistance
- *widerstehen, *to resist*
widmen, *to dedicate*
wie, *how ; as*
wieder, *again*
wiederholen, *to repeat ; fetch*
back
wiederholt, *repeatedly*
Wiederholung, *f.*, *repetition*
Wiedervereinigung, *f.*, *reunion*
willkürlich, *deliberate*
Winkel, *m.*, *angle, corner*
winzig, *minute, diminutive*
wir, *we*
Wirbeltier, *n.*, *vertebrate*
wirken, *to work, operate*
wirklich, *real*
Wirklichkeit, *f.*, *reality*
wirksam, *effective*
Wirkung, *f.*, *action ; effect*
Wirkungsgrad, *m.*, *efficiency*
wirkungsvoll, *effective*
Wirrnis, *f.*, *perplexity*
*Wismut, *m. and n.*, *bismuth*
*wissen, *to know*
Wissenschaft, *f.*, *science*
Wissenschaftler, *m.*, *man of*
science, learned man, true
scholar
wissenschaftlich, *scientific*
wo, *where*
wobei, *whereby*
wohl, *well*
— aber, *however*
wohlbekannt, *well-known*
- Wolfram, *n.*, *tungsten*
*wollen, *to want to*
woraus, *whereof*
Wort, *n.*, *word*
Wortlaut, *m.*, *sound of a word ;*
wording
wovon, *whereof*
wunderlich, *wonderful*
wünschen, *to desire*
würdig, *worthy ; merited*
- zähe, *tough, tenacious*
Zahl, *f.*, *number*
zählen, *to count*
Zahlenwert, *m.*, *numerical*
value
zahlreich, *numerous*
Zeichen, *n.*, *sign*
zeigen, *to show*
Zeiger, *m.*, *indicator*
Zeit, *f.*, *time*
Zeitgenosse, *m.*, *contemporary*
zeitweilig, *temporary ; actual*
Zeitwort, *n.*, *verb*
Zelle, *f.*, *cell*
Zentrum, *n.*, *centre*
Zerfall, *m.*, *decomposition*
*zerfallen, *to decompose*
zerhacken, *to hack, cut in*
pieces
zersetzen, *to decompose*
Zersetzung, *f.*, *decomposition*
zerstören, *to destroy*
Zerstörung, *f.*, *destruction*
zerteilbar, *divisible*
*ziehen, *to draw, pull*
Ziel, *n.*, *aim*
ziemlich, *rather ; seemly*
Zimmer, *n.*, *room*
Zink, *n.*, *zinc*

Zinkblende, <i>f.</i> , <i>sphalerite</i> ; <i>zinc blende</i>	*zusammenhalten, <i>to keep together</i>
Zinn, <i>n.</i> , <i>tin</i>	Zusammenhang, <i>m.</i> , <i>connection, relationship</i> ; <i>cohesion</i>
zitieren, <i>to cite</i>	*zusammenhängen, <i>to connect</i>
Zoll, <i>m.</i> , <i>inch</i> ; <i>toll</i>	zusammenhängend, <i>continuous</i>
zu, <i>to</i> ; <i>at</i>	zusammensetzen, <i>to compose, put together</i>
zuerst, <i>at first, firstly, in the first place</i>	Zusammensetzung, <i>f.</i> , <i>composition</i>
zuerteilen, <i>to attribute</i>	zusammenstellen, <i>to place together, assemble</i>
Zufall, <i>m.</i> , <i>chance</i>	Zusatz, <i>m.</i> , <i>alloy</i> ; <i>addition</i>
*zufließen, <i>to flow in</i>	Zusammenwirken, <i>n.</i> , <i>combined efforts, co-operation</i>
zufolge, <i>in consequence of</i>	*zuschreiben, <i>to ascribe</i>
zugänglich, <i>accessible</i>	zusetzen, <i>alloy with, to add to</i>
*zugeben, <i>to admit</i>	Zustand, <i>m.</i> , <i>state, condition</i>
zugehörig, <i>belonging to, appropriate</i>	zutreffend, <i>suitable, corresponding, pertinent</i>
zugleich, <i>together</i> ; <i>at once</i>	zuverlässig, <i>reliable</i>
*zugrundeliegen, <i>to form the basis</i>	zuwenden, <i>to turn towards</i>
*zukommen, <i>to come to, arrive; belong</i>	zwanzig, <i>twenty</i>
zuletzt, <i>at last</i>	zwar, <i>indeed</i>
zumeist, <i>mostly</i>	Zweck, <i>m.</i> , <i>purpose, object</i>
zumindesten, <i>at least</i>	zweckmäßig, <i>appropriate</i>
zunächst, <i>first of all, at first; next</i>	zwei, <i>two</i>
*zunehmen, <i>to increase</i>	Zweifel, <i>m.</i> , <i>doubt</i>
zurückführen, <i>to trace back</i>	zweifello, <i>indubitable</i>
*zurückhalten, <i>to retain, keep back, check</i>	Zweig, <i>m.</i> , <i>branch</i>
zurückkehren, <i>to return</i>	zweisäurig, <i>diacid</i>
*zusammenbrechen, <i>to break down</i>	zweitens, <i>secondly</i>
Zusammenbruch, <i>m.</i> , <i>break-down, collapse</i>	zweizählig, <i>twofold</i>
zusammenfassen, <i>to comprise, embrace</i>	zwischen, <i>between</i>
zusammengesetzt, <i>compound</i>	Zwischenprodukt, <i>n.</i> , <i>intermediate product</i>
	Zwischenraum, <i>m.</i> , <i>space</i>



DATE

DUE

DUE

RETURNED

DUE

RETURNED

JAN 0 8 1997 JAN 0 7 1997

438 6
W647g

German for the scientist (chem main
438.6W647g



3 1262 03189 5567



